

Eduardo Ériko Tenório de França,
Francimar Ferrari, Patrícia
Fernandes, Renata Cavalcanti,
Antonio Duarte, Bruno Prata
Martinez, Esperidião Elias Aquim,
Marta Cristina Paulete Damasceno

Recomendações elaboradas pelo
Departamento de Fisioterapia da
Associação de Medicina Intensiva
Brasileira (AMIB).

Conflitos de interesse: Nenhum.

Final de elaboração: Agosto de 2011.

Revisado em: Fevereiro de 2012.

Autor correspondente:

Marta Cristina Pauleti Damasceno
Rua Assungui, 310 - Vila Gumerindo
CEP: 04131-000 – São Paulo (SP),
Brasil
E-mail: martacpdamasceno@hotmail.com

Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira

*Physical therapy in critically ill adult patients: recommendations
from the Brazilian Association of Intensive Care Medicine
Department of Physical Therapy*

RESUMO

A incidência de complicações decorrentes dos efeitos deletérios da imobilidade na unidade de terapia intensiva contribui para o declínio funcional, aumento dos custos assistenciais, redução da qualidade de vida e mortalidade pós-alta. A fisioterapia é uma ciência capaz de promover a recuperação e preservação da funcionalidade, podendo minimizar estas complicações. Para nortear as condutas fisioterapêuticas nas unidades de terapia intensiva, um grupo de especialistas reunidos pela Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), desenvolveu recomendações mínimas apli-

cáveis à realidade brasileira. Prevenção e tratamento de atelectasias, condições respiratórias relacionadas à remoção de secreção e condições relacionadas a falta de condicionamento físico e declínio funcional foram as três áreas discutidas. Além destas recomendações específicas, outro aspecto importante foi a consideração de que a prescrição e execução de atividades, mobilizações e exercícios físicos são do domínio específico do fisioterapeuta e o seu diagnóstico deve preceder qualquer intervenção.

Descritores: Estado terminal/reabilitação; Cuidados críticos; Comportamento cooperativo

INTRODUÇÃO

A sobrevida dos pacientes criticamente enfermos tem aumentado em consequência da evolução tecnológica, científica e da interação multidisciplinar. Contudo, a incidência de complicações decorrentes dos efeitos deletérios da imobilidade na unidade de terapia intensiva (UTI), contribui para o declínio funcional, aumento dos custos assistenciais, redução da qualidade de vida e sobrevida pós-alta. Objetivando atender a esta nova demanda inserida em sua responsabilidade social, as UTIs do Brasil e do mundo, buscam novas alternativas na resolução destes desafios. A fisioterapia, ciência capaz de promover a recuperação e preservação da funcionalidade, através do movimento humano e suas variáveis, enquadra-se com destaque nesta nova perspectiva assistencial e de gestão na equipe multiprofissional.⁽¹⁻⁶⁾

A proposta de elaboração de um instrumento norteador das ações da fisioterapia na UTI traz, em sua essência, intervenções exclusivamente diagnosticadas, prescritas e realizadas pelo fisioterapeuta, com a preocupação de refletir a realidade nacional, não sendo propósito do mesmo discorrer sob intervenções comumente praticadas nas UTIs de forma compartilhada com a equipe multiprofissional, a exemplo da ventilação mecânica ou procedimentos correlatos.

Recomendações, muitas vezes, geram resistência por parte de alguns colegas porque prevêem mudanças de comportamento, que teoricamente poderiam cercar a au-

tonomia. Entretanto, devem ser encaradas como instrumento de auxílio nas decisões, podendo sofrer alterações advindas da experiência adquirida na aplicação da prática diária.⁽⁷⁾ Em resumo, as recomendações devem proporcionar uma melhoria real no atendimento ao paciente, auxiliando nas decisões, contemplando a autonomia e permitindo a avaliação crítica por quem as utiliza.⁽⁸⁾

OBJETIVOS

Fornecer recomendações mínimas, aplicáveis à realidade brasileira, sobre a fisioterapia na unidade de tratamento intensivo, em três áreas clínicas:

1. Prevenção e tratamento de atelectasias;
2. Condições respiratórias relacionadas à remoção de secreção;
3. Condições relacionadas ao descondicionamento físico e declínio funcional.

Além das recomendações específicas descritas abaixo relativas aos objetivos acima citados, alguns aspectos gerais devem ser considerados como pontos importantes a serem observados. A prescrição e execução de atividades, mobilizações e exercícios físicos são do domínio específico do fisioterapeuta. O diagnóstico fisioterapêutico deve preceder qualquer intervenção.

TERAPIA DE EXPANSÃO PULMONAR

Recomendação: O fisioterapeuta deve identificar e diagnosticar redução do volume pulmonar em pacientes de risco.

Os recursos terapêuticos para expansão ou reexpansão pulmonar no manejo dos pacientes criticamente enfermos surgiram pela necessidade de se prevenir ou tratar a redução de volume pulmonar. O colapso alveolar causa perda volumétrica com conseqüente redução na capacidade residual funcional (CRF), podendo levar à hipoxemia e aumento no risco de infecções e lesão pulmonar caso não seja revertido.⁽⁹⁾

O colapso pulmonar ocorre com frequência em pacientes com doenças respiratórias e neuromusculares, pacientes acamados por longos períodos, pacientes intubados sob ventilação mecânica (VM) e em diversos tipos de pós-operatórios, principalmente de cirurgias torácicas e abdominais. Assim, as técnicas de expansão ou reexpansão podem ser efetivas tanto na profilaxia quanto no tratamento do colapso pulmonar associado a determinadas situações clínicas.

Recomendação: Os exercícios respiratórios, também conhecidos como exercícios de inspiração profunda e a espirometria de incentivo, estão indicados para pacientes colaborativos e capazes de gerar grandes volumes pulmonares (ca-

pacidade vital forçada (CVF) superior a 20ml/kg), com risco de complicações pulmonares decorrentes da hipoventilação.

A terapia de expansão pulmonar tem por objetivo principal incrementar o volume pulmonar através do aumento do gradiente de pressão transpulmonar, seja por redução da pressão pleural ou por aumento na pressão intra-alveolar. Desta forma, pacientes em ventilação espontânea (VE) ou sob VM, por ação dos músculos respiratórios ou utilização de dispositivos ou equipamentos que gerem pressões positivas intra-alveolares, podem se beneficiar dos efeitos positivos da expansão pulmonar (Figura 1).

A redução da pressão pleural ocorre a partir da contração muscular inspiratória. Quanto mais potente for a contração muscular, maior será o gradiente de pressão transpulmonar gerado e, conseqüentemente, maior será o volume de gás mobilizado. Incluem-se os exercícios respiratórios e a espirometria de incentivo.⁽¹⁰⁾

A espirometria de incentivo utiliza a sustentação máxima inspiratória (SMI) para atingir altos volumes pulmonares necessita de dispositivos que, através de um feedback visual, estimulam os pacientes a atingirem os fluxos ou volumes determinados.^(11,12)

Overend et al. relatam que o emprego dos exercícios de inspiração profunda e a espirometria de incentivo previnem complicações pulmonares, quando comparado a grupos sem intervenção fisioterapêutica no pós-operatório de cirurgia abdominal.⁽¹³⁾

Estudos controlados e randomizados verificaram que os exercícios respiratórios e a espirometria de incentivo apresentam os mesmos resultados na prevenção de complicações pulmonares em pacientes no pós-operatório de cirurgias abdominais.^(9,14,15)

Recomendação: O uso de dispositivos e equipamentos que gerem pressão positiva nas vias aéreas tem indicação para aumento do volume inspiratório (hiperinsuflação manual, respiração por pressão positiva intermitente (RPPI) e hiperinsuflação com o ventilador) e aumento da capacidade residual funcional (pressão de via aérea positiva contínua, *continuous positive airway pressure* - (CPAP), pressão de via aérea expiratória positiva *expiratory positive airway pressure* (EPAP) e pressão expiratória positiva (*positive expiratory pressure* (PEP)), em pacientes não cooperativos e cooperativos com CVF inferior a 20 ml/kg.

O uso de dispositivos ou equipamentos que gerem pressão positiva nas vias aéreas pode ser aplicado somente na fase inspiratória, somente na fase expiratória ou em ambas as fases da respiração. Neste grupo estão os dispositivos que oferecem RPPI, EPAP, CPAP e ventilação com dois níveis de pressão nas vias aéreas (Bi-level).⁽¹⁶⁾

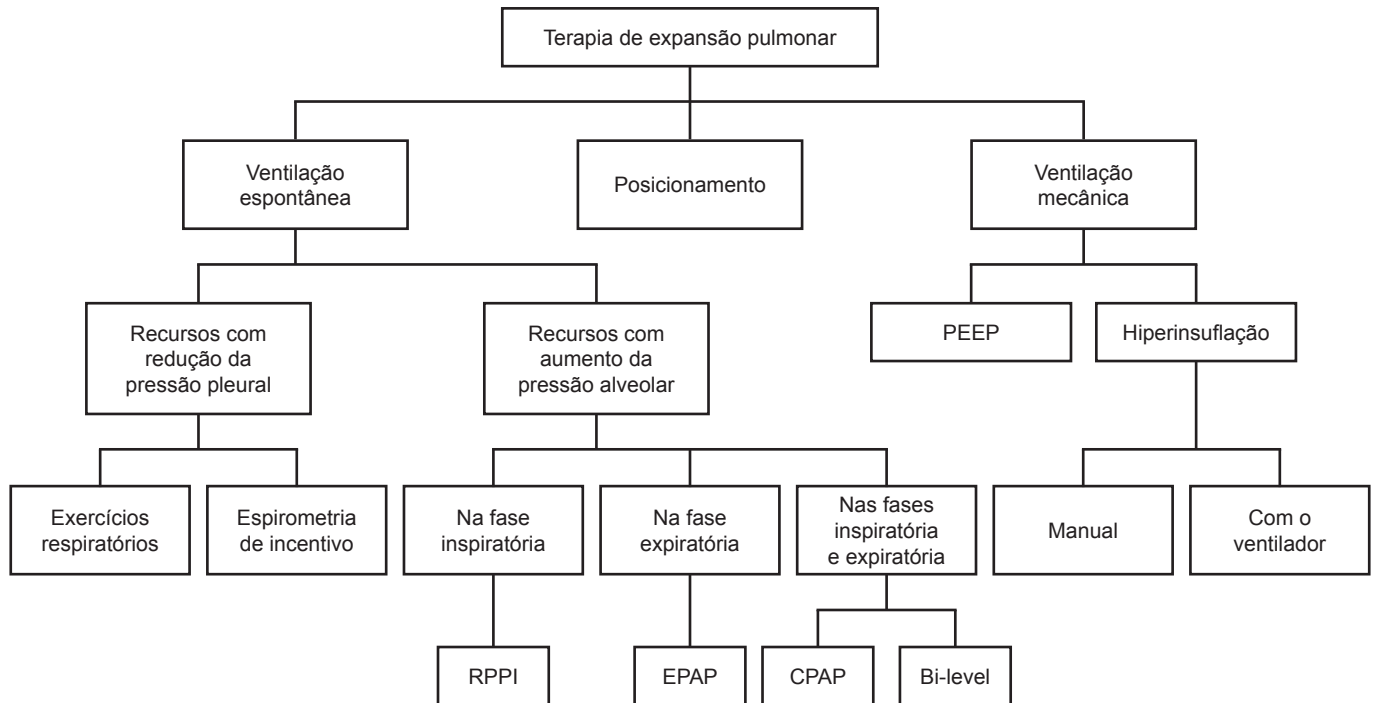


Figura 1 - Algoritmo para terapia de expansão pulmonar no paciente na unidade de terapia intensiva em ventilação espontânea e em ventilação mecânica.

PEEP - *positive expiratory end pressure*; RPPI - respiração por pressão positiva intermitente; EPAP - *expiratory positive airway pressure*; CPAP - *continue positive airway pressure*.

O uso clínico da RPPI foi descrito pela primeira vez por Motley em 1947,⁽¹⁷⁾ sendo seus objetivos principais o aumento do volume corrente e conseqüentemente aumento do volume-minuto, otimizando as trocas gasosas.^(18,19) Desde então foi amplamente utilizada por fisioterapeutas no atendimento de pacientes em VE, mas seu uso sempre foi considerado controverso e inconsistente.⁽²⁰⁾ É uma técnica que pode ser utilizada para pacientes intubados e não-intubados e consiste na aplicação de pressão positiva nas vias aéreas durante a fase inspiratória. Pode ser realizada com ventiladores ciclados a volume, pressão, tempo e fluxo ou com hiperinsuflador manual (ambú).⁽²¹⁾

A EPAP é uma técnica que consiste na aplicação de pressão positiva somente durante a fase expiratória do ciclo respiratório. Esta pressão positiva é produzida por dispositivos que geram resistência ao fluxo expiratório, como válvulas spring-loaded, que podem estar conectados a máscaras, bocais ou diretamente à via aérea artificial (VAA) dos pacientes. A pressão positiva expiratória final (*positive expiratory end pressure* - PEEP) produzida promove aumento dos volumes pulmonares e recrutamento alveolar.⁽²²⁾

A CPAP é obtida com gerador de fluxo podendo ser utilizada em pacientes em VE com e sem VAA e consiste na aplicação de um nível de PEEP associada a um fluxo inspiratório

nas vias aéreas.⁽²³⁾ Os benefícios do uso da CPAP estão largamente descritos na literatura e estão diretamente relacionados ao aumento da pressão alveolar e da CRF. Estes benefícios, conseqüentemente, determinam recrutamento de alvéolos previamente colapsados.⁽²⁴⁻²⁶⁾

O Bilevel é um modo de ventilação não-invasiva que tem como característica a utilização de dois níveis de pressão positiva, que são aplicadas na fase inspiratória e expiratória, gerando aumento do volume pulmonar. A pressão aplicada durante a fase inspiratória é sempre maior que a expiratória, permitindo que mesmo com mínima ou nenhuma colaboração do paciente, ocorra aumento da pressão transpulmonar.⁽²⁷⁻²⁹⁾

Na atualidade, o Bilevel e a CPAP são recursos utilizados para expansão pulmonar, contudo o Bilevel deve ser o recurso de primeira escolha devido à vantagem de fornecer dois níveis de pressão separadamente. A CPAP não é capaz de aumentar a ventilação alveolar, motivo pelo qual, na presença de hiper-capnia, é dada preferência ao uso da ventilação não-invasiva com dois níveis de pressão.⁽²⁹⁻³²⁾

Nos pacientes com uma VAA a hiperinsuflação manual ou com o ventilador promovem a expansão das unidades pulmonares colapsadas por meio do aumento do fluxo aéreo para as regiões atelectasiadas através dos canais colaterais, do mecanismo de interdependência alveolar e da renovação

do surfactante alveolar. Além disso, a ventilação colateral às unidades alveolares obstruídas favorece o deslocamento das secreções pulmonares das vias aéreas periféricas para regiões mais centrais, promovendo a expansão das atelectasias.⁽³³⁻³⁶⁾ A oferta de volumes pulmonares maiores pode aumentar a pressão transpulmonar e favorecer a expansão alveolar e a desobstrução de vias aéreas.

A hiperinsuflação manual (HM) realizada por meio de um reanimador manual ou ambú consiste em inspirações lentas e profundas consecutivas, com acréscimo do volume inspirado, seguida ou não de pausa inspiratória e rápida liberação da pressão.^(37,38) Os efeitos à curto prazo da HM sobre a melhora da complacência pulmonar e resolução de atelectasias tem sido bem documentados na literatura.⁽³⁹⁻⁴⁵⁾

Já na hiperinsuflação realizada com ventilador mecânico temos o aumento da pressão positiva na fase inspiratória com o ventilador permitindo controlar as pressões utilizadas, além de associar os efeitos benéficos da aplicação da PEEP e evitar os efeitos deletérios da desconexão do ventilador mecânico.⁽⁴⁶⁾

A utilização da PEEP como recurso na terapia de expansão pulmonar já está bem descrita na literatura e está diretamente relacionada à melhora das trocas gasosas e da mecânica ventilatória devido à sua capacidade de gerar aumento dos volumes pulmonares e recrutamento alveolar, com incremento da CRF. Em pacientes sob VM, o aumento da PEEP é um dos recursos que pode ser utilizado com estes objetivos.⁽²²⁾

O posicionamento deve estar sempre associado a outros recursos considerando os princípios fisiológicos e a mecânica respiratória. A expansão pulmonar é favorecida pelas diferenças regionais de ventilação em especial as regiões não-dependentes. A pressão pleural mais negativa permite que os alvéolos das regiões não-dependentes durante a fase expiratória tenham um volume maior e mais estabilidade quando comparados aos alvéolos das regiões dependentes. Deve-se levar em consideração este conhecimento ao serem utilizados todos os recursos de expansão pulmonar, sejam eles em VM ou em VE, para que sejam otimizados os resultados dos recursos aplicados conjuntamente.^(46,47)

TERAPIA DE HIGIENE BRÔNQUICA

Recomendação: A indicação da terapia de higiene brônquica deve ser baseada no diagnóstico funcional, no impacto da retenção de secreções sobre a função pulmonar, na dificuldade de expectoração do paciente, no nível de cooperação e desempenho do mesmo, na escolha da intervenção de maior efeito e menor dano, no custo operacional e na preferência do paciente.

Pacientes críticos, internados em UTI, possuem uma variada gama de diagnósticos médicos, entretanto, isso frequentemente desencadeia problemas similares que geram indicação para assistência fisioterapêutica.⁽⁴⁸⁾ Pacientes sob VM possuem elevado risco de retenção de secreções brônquicas relacionados ao impacto funcional das doenças ou a intervenção terapêutica, podendo atuar de forma isolada ou em conjunto. Dentre eles, a intubação traqueal, relacionada à interrupção do sistema mucociliar,⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾ modificação reológica do muco,⁽⁵²⁾ a imobilidade imposta ao paciente,⁽⁵¹⁻⁵³⁾ a fraqueza generalizada com piora da efetividade da tosse,⁽⁵⁴⁾ e a restrição de líquidos que pode contribuir para o aumento da viscosidade do muco.⁽⁵⁵⁾

A terapia de higiene brônquica (THB) é um conjunto de intervenções capazes de promover ou auxiliar o paciente na remoção de secreções das vias aéreas. Na terapia intensiva tem sido direcionada aos pacientes sob VE ou VM.⁽⁵⁶⁾ Em sua indicação devem ser considerados alguns aspectos, entre eles: a) o diagnóstico funcional; b) o impacto sobre a função pulmonar; c) se o paciente experimenta dificuldade na expectoração; d) nível de cooperação e desempenho; e) a intervenção de maior efeito e menor dano; f) o custo operacional; g) a preferência do paciente.⁽⁵⁷⁾

Recomendação: A seleção da intervenção para terapia de higiene brônquica obedecerá a seu princípio ativo e indicação: aumento do volume inspiratório (posicionamento, hiperinsuflação manual, mobilização e exercícios respiratórios), aumento do fluxo expiratório (posicionamento, hiperinsuflação manual, mobilização, tosse, huffing e exercícios respiratórios), oscilação (percussão, vibração, oscilação oral de alta frequência) e aumento da CRF (posicionamento, CPAP, EPAP e PEP).

Nestas diretrizes, as diferentes possibilidades de intervenções relacionadas à THB foram estratificadas considerando o paciente submetido à VM (Figura 2) e aquele que permanece em VE (Figura 3). Grupos de intervenção foram adaptado de Gosselink et al. e selecionados de acordo com seu princípio ativo e indicação, a saber: a) aumento do volume inspiratório; b) aumento do fluxo expiratório; c) técnicas de oscilação e d) técnicas de aumento da CRF (Tabela 1).⁽⁵²⁾

O posicionamento e a mobilização são intervenções de primeira linha e devem permear as demais intervenções, oferecendo segurança com baixo custo operacional, tendo impacto na função muscular, distribuição ventilatória, clearance mucociliar, oxigenação e regionalização da CRF, com efeito protetor na hiperdistensão alveolar.

São recomendados recursos que aumentam o volume

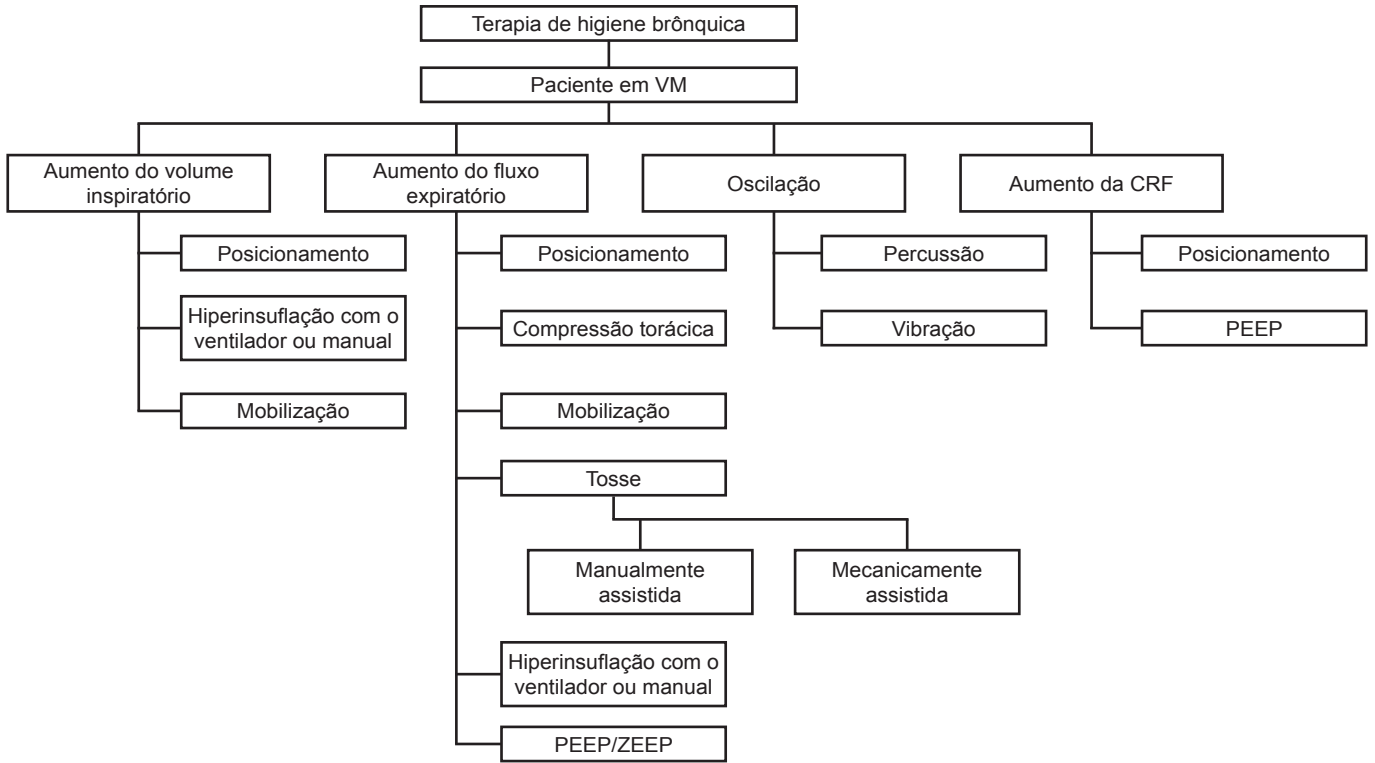


Figura 2 - Algoritmo para terapia de higiene brônquica de pacientes em unidade de terapia intensiva submetidos à ventilação mecânica.
 VM – ventilação mecânica; CRF - capacidade residual funcional; PEEP - *positive end-expiratory pressure*; ZEEP - *zero end-expiratory pressure*.

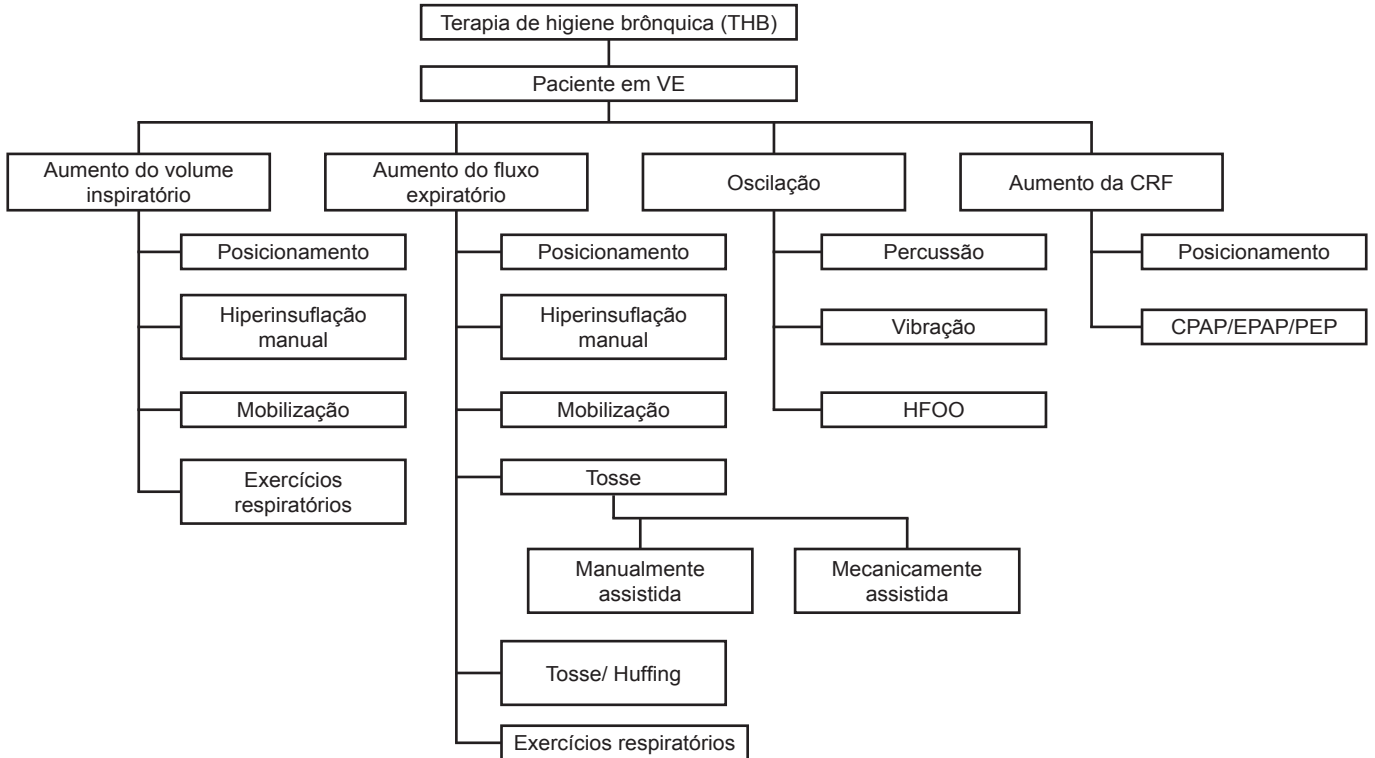


Figura 3 - Algoritmo para terapia de higiene brônquica de pacientes em unidade de terapia intensiva em ventilação espontânea.
 VE – ventilação espontânea; CRF – capacidade residual funcional; CPAP – *continue positive airway pressure*; EPAP - *expiratory positive airway pressure*; PEP - *positive expiratory pressure*; HFOO - *high frequency oral oscilation*.

Tabela 1 - Relação entre os recursos empregados pela terapia de expansão pulmonar e terapia de higiene brônquica com os valores de capacidade vital forçada e o estado de cooperação do paciente

TEP e a THB	Cooperativo CVF > 20 ml / kg	Cooperativo CVF 20 -10 ml/Kg	Cooperativo CVF < 10ml / kg	Não cooperativo
Aumento do volume inspiratório	Posicionamento Mobilização SMI Exercício respiratório	Posicionamento Mobilização SMI Hiperinsuflação manual Hiperinsuflação com o ventilador	Posicionamento Hiperinsuflação manual Hiperinsuflação com o ventilador	Posicionamento Hiperinsuflação manual Hiperinsuflação com o ventilador
Aumento do fluxo expiratório	Posicionamento Tosse/Huffing	Posicionamento TMA/TMecA/TEA Hiperinsuflação manual Hiperventilação com o ventilador	Posicionamento TMA/TMecA/TEA Hiperinsuflação manual Hiperventilação com o ventilador PEEP/ZEEP	Posicionamento TMA/TMecA/TEA Hiperinsuflação manual Hiperventilação com o ventilador PEEP/ZEEP
Oscilação	Percussão Vibração HFOO	Percussão Vibração HFOO	Percussão Vibração	Percussão Vibração
Aumento da CRF	Posicionamento Exercício respiratório	Posicionamento CPAP/EPAP/PEP	Posicionamento PEEP	Posicionamento CPAP/EPAP/PEEP

TEP - terapia de expansão pulmonar; THB - terapia de higiene brônquica; CVF - capacidade vital forçada; SMI - sustentação máxima inspiratória; TMA - tosse manualmente assistida; TMecA - tosse mecanicamente assistida; TEA - tosse eletricamente assistida; PEEP - *positive end-expiratory pressure*; ZEEP - *zero end-expiratory pressure*; HFOO - *high frequency oral oscilation*; CPAP - *continue positive airway pressure*; EPAP - *expiratory positive airway pressure*; PEP - *positive expiratory pressure*.

inspiratório utilizado frente à incapacidade na geração de expansão pulmonar adequada para tosse eficaz^(48,51,57) e que promovam o aumento do fluxo expiratório relacionados à disfunção dos músculos expiratórios.^(48,51,54,56,57)

As oscilações devem ser utilizadas objetivando aumentar a interação fluxo aéreo e muco, modificando propriedades viscoelásticas das secreções através de variações nas pressões intratorácicas.⁽⁵⁸⁻⁶¹⁾

Recursos que promovem aumento na CRF são preconizados na prevenção e tratamento do aprisionamento aéreo, prevenção no fechamento precoce das vias aéreas, prevenção e tratamento de atelectasias e otimização de broncodilatores durante a THB.⁽⁶²⁾

As recomendações de uso para THB encontram-se demonstradas na tabela 1. Foram considerados aspectos relacionados à cooperação e motivação,^(48,57) bem como, recentes dados que correlaciona o desempenho das intervenções e a capacidade vital forçada.⁽⁶³⁾

DISFUNÇÃO NEUROMUSCULAR, TREINAMENTO MUSCULAR E MOBILIZAÇÃO PRECOCE

Recomendação: Para os pacientes cooperativos, o *Medical Research Council* (MRC), escore usado na avaliação da força muscular periférica, deve ser aplicado em pacientes de risco para declínio funcional.

O progresso técnico e científico da medicina intensiva tem aumentado consideravelmente a sobrevivência do paciente crítico, proporcionado aumento no tempo de exposição a fatores etiológicos para fraqueza neuromuscular com impacto direto na função física e qualidade de vida após a alta hospitalar.^(64,65)

Dentre estes fatores encontram-se a ventilação mecânica prolongada, a imobilidade no leito, desordens clínicas como a seps e a síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SRIS), déficit nutricional e exposição a agentes farmacológicos como bloqueadores neuromusculares e corticosteróides que podem afetar adversamente o status funcional e resultar em maior período de intubação orotraqueal e internação hospitalar.^(66,67) A figura 4 ilustra os mecanismos e as conseqüências da fraqueza muscular em pacientes críticos.⁽⁶⁸⁾ Estes fatores também aumentam a probabilidade desses pacientes desenvolverem polineuropatia do paciente crítico, com prejuízos significativos ao sistema musculoesquelético.⁽⁶⁹⁾ A associação da VM prolongada com os efeitos do imobilismo resulta em perda das fibras musculares, acarretando significativa redução da força muscular respiratória e periférica. Assim o tempo de imobilidade será determinante na gravidade da disfunção contrátil pelas mudanças nas propriedades intrínsecas das fibras musculares.^(70,71)

O reconhecimento e o diagnóstico da disfunção neuromuscular adquirida na UTI podem ser difíceis em pacientes

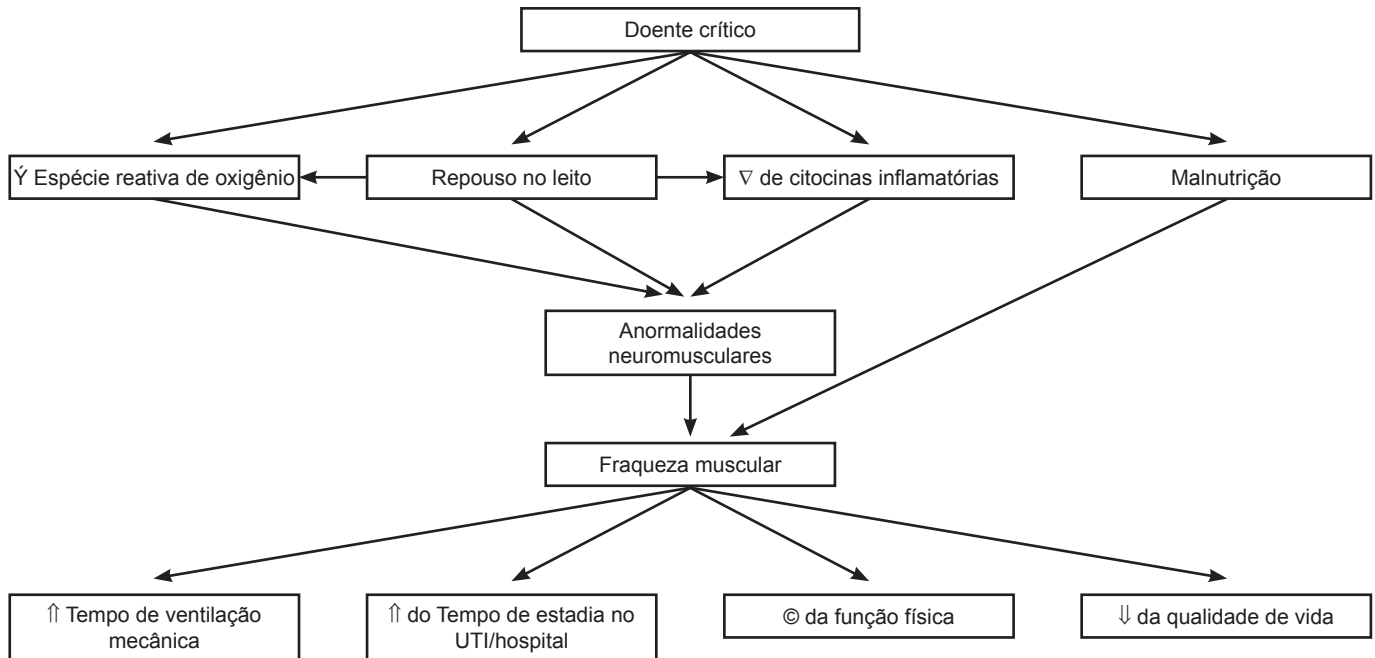


Figura 4 - Mecanismos e consequências da fraqueza muscular em pacientes críticos.

Traduzido de: Truong AD, Fan E, Brower RG, Needham DM. Needham. Bench-to-bedside review: mobilizing patients in the intensive care unit--from pathophysiology to clinical trials. *Critical Care*. 2009;13(4):216.

UTI – unidade de terapia intensiva.

sob VM quando estes estão sedados e inábeis para cooperar com os testes de avaliação. A fraqueza muscular apresenta-se de forma difusa e simétrica, acometendo a musculatura esquelética periférica e respiratória, com variável envolvimento dos reflexos tendinosos profundos e da inervação sensorial.

Em pacientes sedados, a avaliação da força muscular, pode ser mensurada através da habilidade do paciente de levantar o membro contra a gravidade em resposta a um estímulo doloroso aplicado em cada extremidade. Para os pacientes cooperativos, o MRC, escore usado na avaliação da força muscular periférica, demonstra-se bastante reprodutível e com alto valor preditivo em vários estudos sobre disfunção neuromuscular no paciente crítico.^(67,72,73)

Recomendação: Realizar diagnóstico do estado funcional prévio ao internamento em UTI é de fundamental importância para o direcionamento do plano fisioterapêutico, associado à história do doente crítico.

Outro parâmetro importante a ser avaliado nos doentes críticos é a independência funcional prévia ao internamento na UTI através das escalas de Barthel e da Medida de Independência Funcional (MIF), para quantificação da perda funcional durante internamento e para melhor direcionamento do tratamento fisioterapêutico.⁽⁷³⁻⁷⁵⁾

Já a disfunção muscular respiratória, deve ser avaliada de

forma sistemática através da avaliação seriada das pressões geradas pelos músculos inspiratórios (P_{imáx}) e expiratórios (P_{emáx}), além da mensuração do máximo volume de ar mobilizado pelo sistema respiratório de forma voluntária através da manobra de capacidade vital (CV).

Recomendação: A disfunção muscular respiratória deve ser identificada pela avaliação sistemática e seriada das pressões geradas pelos músculos inspiratórios (P_{imáx}) e expiratórios (P_{emáx}), em pacientes cooperativos e não cooperativos, além da mensuração do máximo volume de ar mobilizado pelo sistema respiratório de forma voluntária através da manobra de capacidade vital (CV) em pacientes cooperativos.

Além do imobilismo, que causa atrofia muscular por desuso, a fraqueza muscular adquirida na UTI, pode ser causada pela miopatia ou polineuropatia do doente crítico. Como alternativa de prevenção e tratamento dessas doenças neuromusculares a fisioterapia tem sido defendida através de programas de mobilização precoce no paciente crítico. Entretanto, ainda são escassas as publicações envolvendo a aplicação uniforme de protocolos de mobilização pela fisioterapia em pacientes críticos, assim como, são necessários mais estudos dos seus efeitos sobre a função pulmonar, desmame da ventilação mecânica, qualidade de vida, tempo de estadia na UTI e internamento hospitalar.

Treinamento dos músculos respiratórios

Recomendação: Aplicar teste de respiração espontânea diário em pacientes submetidos a ventilação mecânica. O treinamento muscular respiratório deve ser aplicado em pacientes sujeitos a fraqueza muscular e como coadjuvante de pacientes em falha de desmame.

A fraqueza dos músculos respiratórios ocorre comumente após o período prolongado de VM e apresenta patogênese muito similar a fraqueza dos músculos esqueléticos periféricos. Os músculos respiratórios enfraquecidos e em particular, o desequilíbrio entre a força muscular e a carga imposta ao sistema respiratório é um dos maiores causas de falhas no desmame. O treinamento dos músculos respiratórios (TMR) pode ser realizado através de um sistema de molas ou orifícios ofertados por dispositivos, que impõe uma carga resistiva contra a inspiração. O TMR também pode ser realizado com o uso da sensibilidade do ventilador ou pelo oferecimento de períodos intermitentes de respiração espontânea ou suporte ventilatório mínimo.⁽⁷⁶⁾

Duas meta-análises oferecem consistentes evidências de que o TMR com dispositivos específicos de carga linear, promovem ganhos significativos na força e endurance dos músculos inspiratórios, melhora da percepção do esforço, da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos e qualidade de vida em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e fraqueza muscular respiratória.^(77,78) Benefícios semelhantes são demonstrados com a utilização deste mesmo dispositivo em várias outras condições clínicas.⁽⁷⁹⁻⁸³⁾

Este recurso também é bastante utilizado na prática clínica como técnica para acelerar o desmame da VM pelo aumento de força e resistência dos músculos respiratórios em pacientes dependentes da VM. Entretanto, existem apenas quatro estudos de relatos de séries de caso que demonstram os benefícios destes dispositivos no ganho da força dos músculos inspiratórios, aumento do tempo de respiração espontânea e promoção do desmame da VM.⁽⁸³⁻⁸⁶⁾

Martin et al., num estudo retrospectivo, avaliaram os benefícios do TMR em combinação com um programa de fisioterapia de corpo inteiro e verificaram aumento de força muscular periférica e respiratória, além de substancial melhora no status funcional e desempenho no desmame. O regime de treinamento envolveu a aplicação do TMR duas vezes ao dia com carga de 1/3 da Pimáx em 49 pacientes capazes de respirar por períodos maiores que 2 horas de respiração espontânea.⁽⁸⁷⁾

O uso da sensibilidade do ventilador como forma de TMR é descrito em apenas um estudo controlado e randomizado, o qual utilizou o ajuste da sensibilidade em 20% do valor da Pimáx aumentando-se esta até 40% caso tolerado. Neste estudo não foi observado incremento da força muscu-

lar inspiratória e nem impacto sobre tempo do desmame e na taxa de reintubação.⁽⁸⁸⁾

Recentemente Martin et al. demonstraram em um ensaio clínico randomizado com 69 pacientes que falharam no desmame, que o grupo submetido ao TMR obteve-se ganho na força muscular respiratória e um melhor resultado no êxito do desmame ventilatório, em relação ao grupo controle. O TMR era feito 4 vezes de 6 a 10 séries 5 vezes por semana, com o maior nível de pressão tolerado com elevação diária.⁽⁸⁹⁾

A utilização de baixos níveis de suporte ventilatório ou períodos de respiração espontânea tem sido bastante utilizado na prática clínica com o objetivo de atenuar a disfunção muscular induzida pelo ventilador, assim como, forma de treinamento de endurance dos músculos respiratórios.⁽⁹⁰⁾ Aliverti et al. 2006, estudaram nove pacientes com diferentes níveis de pressão de suporte e observaram que os menores níveis permitiram um recrutamento mais homogêneo dos músculos respiratórios.⁽⁹¹⁾ Futier et al. 2008, em estudo experimental realizado em ratos demonstraram que a pressão de suporte foi eficiente na prevenção da proteólise e da inibição da síntese de proteínas sem modificações de injúria oxidativa que ocorrem em decorrência da VM controlada.⁽⁹²⁾ Apesar de promissora esta prática também carece de evidência mais consistente com pesquisas mais amplas em seres humanos.

Girard et al. demonstraram em um ensaio clínico randomizado com 336 pacientes, que o grupo que realizou o teste de respiração espontânea associado a retirada diária de sedação apresentou uma maior quantidade de dias livres do ventilador (14,7 vs 11,6 dias – p=0,02), menor tempo de internamento na UTI (9,1 vs 12,9 – p=0,01) e menor estadia hospitalar (14,9 vs 19,2 – p=0,04) em relação ao grupo controle, que só realizou a retirada de sedação.⁽⁹³⁾

Posicionamento funcional

Recomendação: Posicionamento funcional é técnica de primeira escolha e, deve constar em todo plano terapêutico.

O posicionamento funcional pode ser utilizado de forma passiva ou ativa para estimulação do sistema neuromúculo-esquelético, com benefícios no controle autonômico, melhora do estado de alerta e da estimulação vestibular além de facilitar uma boa resposta a postura antigravitacional, sendo utilizado como uma técnica eficaz para prevenir contraturas musculares, edema linfático e minimizar os efeitos adversos da imobilização prolongada no leito.^(51,94) É dever do fisioterapeuta, orientar todos os profissionais que participam dos cuidados aos pacientes críticos sob como executá-lo, esclarecendo a função e poder terapêutico deste recurso, o qual é tão valioso quanto à mobilização e serve de base para aplicação eficaz de outras intervenções fisioterapêuticas.

Estimulação elétrica neuromuscular

Recomendação: A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é um recurso que deve ser utilizada em pacientes críticos incapazes de realizar contração muscular voluntária.

Em pacientes incapazes de realizar contração muscular voluntária como nos pacientes críticos em fase aguda, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é um recurso freqüentemente utilizado por fisioterapeutas para melhora a função muscular através da estimulação de baixa voltagem de nervos motores periféricos, proporcionando contração muscular passiva e aumento da capacidade muscular oxidativa, podendo representar uma alternativa de treinamento físico mais suave.^(51,67,94) A aplicação desta técnica tem sido consistentemente associada com aumento de massa, força e endurance muscular em uma grande gama de situações clínicas que apresentam fraqueza muscular por desuso e inervação muscular anormal.^(95,96) Quando combinada com o programa de exercícios físicos, melhora significativamente a força muscular comparada com o uso do programa de exercícios isoladamente.^(97,98)

Em pacientes críticos em condições crônicas a exemplo dos portadores de insuficiência cardíaca congestiva e insuficiência respiratória crônica, em particular os portadores de DPOC, a EENM tem sido utilizada de forma segura e efetiva, melhorando a força muscular periférica, o status funcional e a qualidade de vida.⁽⁹⁹⁾

Recomendação: A EENM deve ser utilizada em pacientes portadores de DPOC ou doentes crônicos, para estimular a contração muscular voluntária e potencializar o desempenho funcional.

Zanotti et al. fizeram um ensaio clínico randomizado em pacientes DPOC dependentes da VM e observaram melhora do escore de força muscular e decréscimo do número de dias necessários para transferência da cama para a cadeira nos pacientes que associavam EENM com a mobilização comparados aos que só eram mobilizados.⁽¹⁰⁰⁾

Entretanto, a melhor forma de EENM de acordo com a corrente utilizada e a demonstração de estudos morfológicos correlacionando a melhora na tolerância ao exercício com as mudanças musculares após a EENM em comparação com o exercício convencional, precisam ser determinados no paciente crítico, particularmente naqueles que evoluem com DNMD.

Crítérios e mecanismos de segurança na mobilização precoce do doente crítico

Recomendação: A monitorização durante e após o exercício é mandatória e recomenda-se a avaliação das variáveis cardiovasculares e respiratórias, além de observar o nível de consciência.

A mobilização precoce em pacientes críticos tem um forte precedente histórico, existindo relatos de sua utilização como um recurso terapêutico no restabelecimento funcional de soldados feridos em batalhas durante a II Guerra Mundial. Nos dias atuais, a sedação profunda e o repouso no leito é uma prática comum na rotina médica de cuidados para a maioria dos pacientes ventilados mecanicamente. Entretanto, na literatura atual há uma nova tendência no manejo do paciente em VM incluindo redução da sedação profunda e ampliação da abordagem de mobilização e do treinamento físico funcional, o mais precoce possível nestes pacientes.^(66,101)

A força tarefa da *European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine* estabeleceu recentemente uma hierarquia de atividades de mobilização na UTI, baseada numa seqüência de intensidade do exercício: mudança de decúbitos e posicionamento funcional, mobilização passiva, exercícios ativo-assistidos e ativos, uso de cicloergômetro na cama; sentar na borda da cama; ortostatismo, caminhada estática, transferência da cama para poltrona, exercícios na poltrona e caminhada. A força tarefa recomenda ainda que o fisioterapeuta deva ser o profissional responsável pela implantação e gerenciamento do plano de mobilização.⁽⁵²⁾ Esta seqüência de atividades reflete especificidade para o treinamento de futuras tarefas funcionais.

Estas atividades são demonstradas como seguras e viáveis por alguns estudos, devendo ser iniciadas o mais precocemente possível, ou seja, logo após a estabilização dos maiores desarranjos fisiológicos como as situações de choque não controlado. Uma equipe bem treinada e motivada é fundamental para realizar estas atividades com segurança e eficiência.^(52,66,101)

A monitorização durante e após o exercício é mandatória e recomenda-se a avaliação das variáveis cardiovasculares (frequência cardíaca e pressão arterial) e respiratórias (padrão muscular ventilatório do paciente e sincronia do paciente com o ventilador quando em VM, saturação periférica de oxigênio e freqüência respiratória), além de observar o nível de consciência e verificar as dosagens de sedativos e drogas vasoativas.^(101,102) Pacientes com instabilidade hemodinâmica, que necessitam de altas frações inspiradas de oxigênio (FiO₂) e altos níveis de suporte ventilatório não são recomendados para atividades de mobilização mais agressivas.^(52,66,102)

O status fisiológico do paciente crítico pode flutuar consideravelmente ao longo do dia. Além disso, administração de sedação, sessões intermitentes de hemodiálise e avaliações e preparações para desmame da VM podem dificultar a realização dos exercícios físicos, o que exige a elaboração de um planejamento individualizado e com maior flexibilidade possível, baseando-se no status fisiológico que o paciente apresenta na hora da atividade (Figura 5).⁽⁶⁶⁾

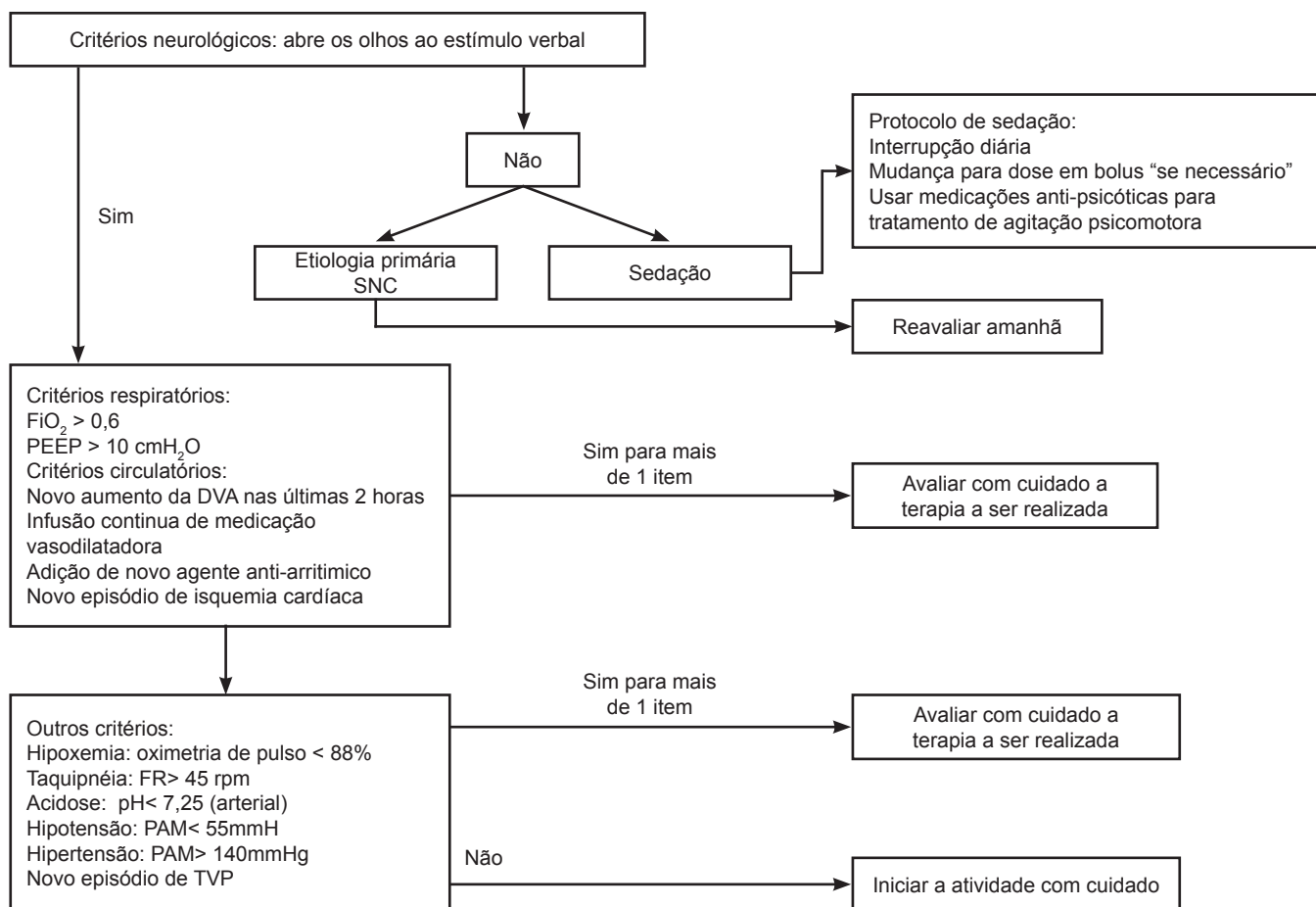


Figura 5 - Algoritmo de avaliação dos pacientes candidatos ao treinamento em pacientes críticos.

Traduzido de: Korupolu R, Gifford JM, Needham DM. Early mobilization of critically ill patients: reducing neuromuscular complications after intensive care. *Contemp Crit Care*. 2009;6(9):1-12.

SNC - sistema nervoso central; FiO₂ - frações inspiradas de oxigênio; PEEP - *positive expiratory end pressure*; DVA - droga vasoativa; FR - frequência respiratória; PAM - pressão arterial média; TVP - trombose venosa profunda.

O conhecimento da reserva funcional cardiorrespiratória, neurológica, músculoesquelética e independência funcional prévia do paciente ao internamento na UTI são essenciais para potencializar a eficácia do treinamento físico, que não deve ter intensidade nem abaixo, nem acima dos limiares do paciente, oferecendo segurança ao procedimento.^(63,76,91) A escala de Borg é uma importante ferramenta para avaliar a intensidade dos exercícios e a percepção do esforço durante a mobilização em pacientes com boa função cognitiva.⁽⁵²⁾

O aumento da FiO₂ e do suporte de pressão do ventilador pode oferecer maior reserva cardiorrespiratória para os pacientes realizarem a mobilização com maior segurança e resposta fisiológica ao exercício.⁽¹⁰³⁾ Em pacientes que estão em respiração espontânea, o uso suplementar de oxigênio e de técnicas de ventilação não invasiva (VNI) melhoram a função cardiopulmonar em repouso, além de diminuir o

estresse cardiorrespiratório e potencializar os benefícios fisiológicos do exercício físico em pacientes cardiopatas e pneumopatas crônicos.^(104,105) Esta conduta tem sido extrapolada para o doente crítico na prática clínica, apesar de haver uma carência de estudos que demonstrem a eficácia desta prática nesta população.⁽¹⁰⁶⁾

Mobilização passiva e o treinamento físico

Recomendação: O fisioterapeuta é o profissional responsável pela implantação e gerenciamento do plano de mobilização do doente crítico.

Embora exista o conhecimento que a imobilidade no leito está associada à gênese de disfunções músculoesqueléticas, ainda não encontramos evidência consistente na literatura que comprovem a eficácia da mobilização de membros na manutenção da amplitude de movimento articular e/ou me-

lhora da função e força muscular.⁽¹⁰⁷⁾

A maior vantagem desta técnica sobre o treinamento muscular convencional é o baixo stress ventilatório durante a atividade muscular passiva podendo ser melhor tolerada que os exercícios aeróbicos em pacientes severamente descondicionados, assim como acontece no paciente crítico crônico, apesar deste fato refletir o envolvimento de menor massa muscular.⁽¹⁰⁸⁾

Apesar de existirem relatos que a mobilização passiva isolada pode aumentar o consumo de oxigênio em até 15% em pacientes críticos, com significativo aumento de variáveis metabólicas e hemodinâmicas,⁽¹⁰⁸⁾ e a mesma deve ser instituída precocemente no cuidado do doente crítico, mesmo na sua fase aguda, particularmente naqueles pacientes que não são capazes de se mover espontaneamente. O objetivo nesta fase é manter amplitude de movimento articular e prevenir encurtamento muscular, úlceras de decúbito, tromboembolismo pulmonar e até mesmo a redução de força muscular pela diminuição da proteólise muscular.

Griffiths et al., observaram que três horas de mobilização passiva contínua de forma diária, através de cicloergômetro apropriado para realização deste tipo de mobilização, reduziu a atrofia de fibras e perda de proteínas quando comparado com o alongamento passivo por cinco minutos duas vezes ao dia.⁽¹⁰⁹⁾

Chiang et al., ao estudarem os efeitos do treinamento físico em 32 pacientes sob VM prolongada, submetidos a um treinamento de força e resistência, transferências de deitado para sentado e sentado para de pé com exercícios diafragmáticos, observaram melhora na força dos membros, na independência funcional e no índice de Barthel resultando no desmame da VM de 9 pacientes.⁽¹¹⁰⁾ Bailey et al. 2007, tomaram como protocolo o posicionamento de sentar na cama e na cadeira associado à deambulação e observaram que essa rotina mostrou-se segura em pacientes sob VM, proporcionando melhora no status funcional e prevenção de complicações neuromusculares.⁽¹¹¹⁾

Morris et al., em um ensaio clínico controlado, verificaram que a adoção de protocolo de mobilização sistemático e precoce, promoveu diminuição do tempo e custos na unidade de cuidados intensivos e hospitalar, quando comparando aos pacientes que receberam os cuidados usuais, sendo o protocolo seguro e fácil de aplicação.⁽¹¹²⁾ Neste estudo, o grupo que recebeu o programa de mobilização precoce, saiu da cama mais rápido (5 x 11 dias), tiveram menor tempo de internação na UTI (5,5 x 6,9 dias) e menor tempo de internação hospitalar (11,2 x 14,5 dias).

Malkoç et al., em outro estudo controlado, com 510 pacientes, avaliaram os efeitos da fisioterapia na dependência do ventilador mecânico e no tempo de estadia a UTI. Os

pacientes que foram submetidos ao programa de fisioterapia (n=227) que consistia de fisioterapia respiratória, exercícios no leito e mobilização, ficaram em média 6 e 10 dias a menos respectivamente em VM e internados na UTI em relação ao grupo controle (n=233), que não recebeu fisioterapia.⁽¹¹³⁾

Schweickert et al., realizaram um estudo controlado e randomizado, no qual um grupo de pacientes era submetido a mobilização e exercícios durante períodos de interrupção diária de sedação. No grupo de intervenção, 59% dos pacientes retornaram a independência funcional na alta hospitalar, enquanto que no grupo controle, a ocorrência foi em 35% dos pacientes. O tempo fora da VM foi maior no grupo de intervenção, comparado com o controle.⁽⁷⁴⁾

O treinamento físico tem sido cada vez mais reconhecido como um importante componente no cuidado de pacientes críticos que requerem VM prolongada, ao proporcionar melhora na função pulmonar, muscular e na independência funcional, acelerando o processo de recuperação e diminuindo assim o tempo de VM e de permanência na UTI.^(52,66,94,114)

Estes protocolos de mobilização vão desde exercícios com menor taxa metabólica como a mobilização passiva, a realização de transferências até exercícios com carga para membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) e a utilização de ergômetros.^(52,94,112)

Atualmente não existem padrões de orientações para o condicionamento físico desses pacientes críticos. Isto é importante, uma vez que estes doentes têm uma taxa elevada de mortalidade, redução da qualidade de vida e elevados custos dos cuidados em saúde.

A figura 6 demonstra uma proposta de organograma para estabelecer níveis de progressão da mobilização do doente crítico. Este protocolo estabelece cinco níveis de atividade iniciando com a mobilização passiva para MMII e MMSS. A progressão do nível de mobilização está de acordo com o nível de consciência do paciente, quando o paciente apresentar-se consciente é iniciado a mobilização ativa de extremidades (nível 2). Em seguida, caso seja capaz de mover os MMSS contra a gravidade, é realizada transferência assistida do paciente para sentar na borda da cama e iniciado os exercícios de controle de tronco e equilíbrio. Neste mesmo nível (nível 3), se o paciente tiver força muscular para MMSS (MRC >4) para flexão de cotovelo e flexão anterior de ombro, iniciará mobilização aeróbica e/ou contra-resistida. Nesta progressão caso o paciente possa realizar a flexão de quadril e extensão de joelho contra a gravidade, o mesmo deverá ser transferido ativamente para a poltrona (nível 4). Por último, podendo realizar a flexão de quadril e extensão de joelho contra a gravidade, deverá ser transferido ativamente para a poltrona e iniciar a deambulação assistida (nível 5).

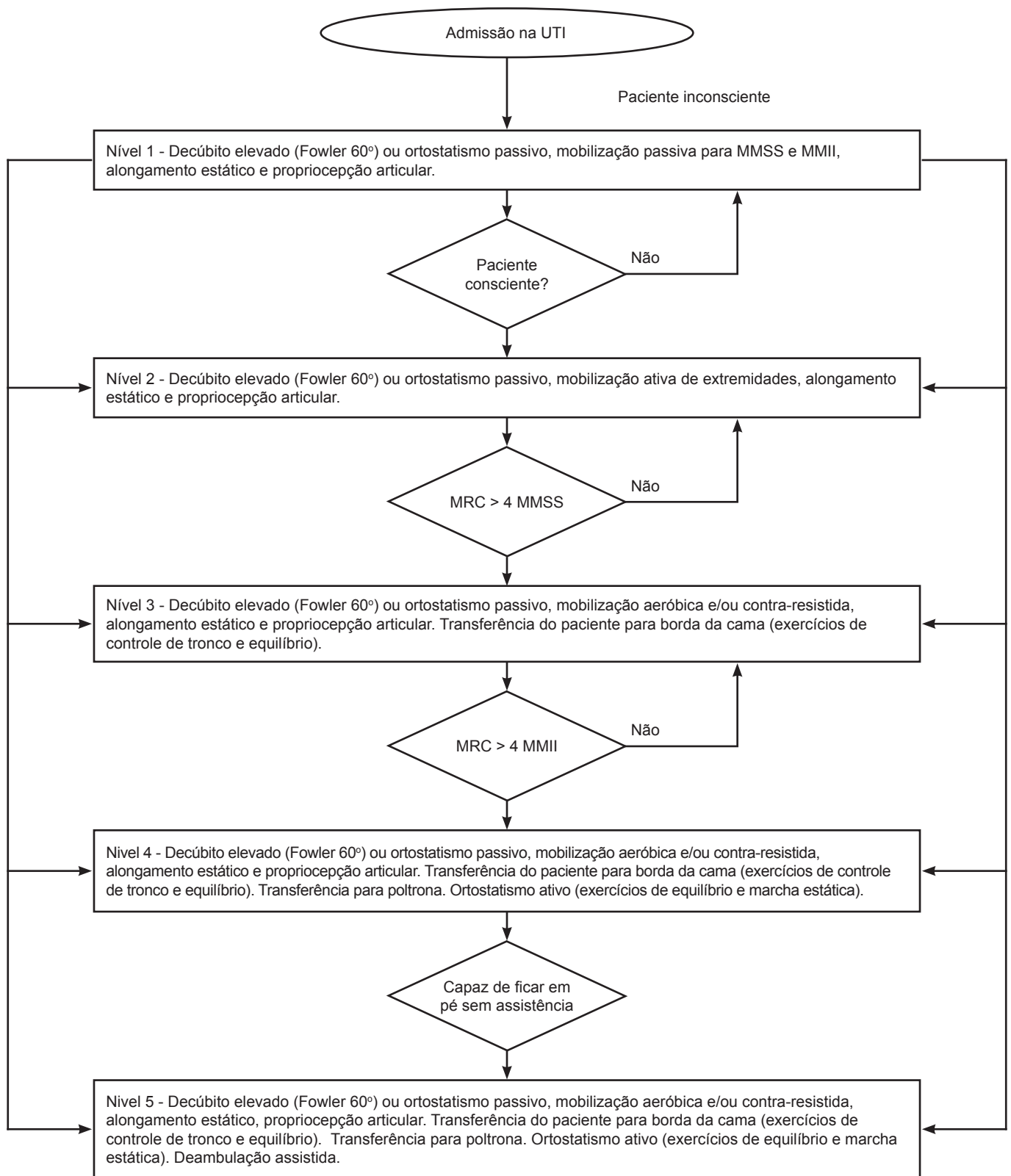


Figura 6 - Proposta de algoritmo para estabelecer níveis de progressão da mobilização do doente crítico.

UTI - unidade de terapia intensiva; MMSS - membros superiores; MMII - membros inferiores; MRC - *Medical Research Council*.

CONCLUSÃO

A fisioterapia no paciente criticamente enfermo tem exigido cada vez mais com que o fisioterapeuta forneça provas do seu papel no manejo do paciente crítico. Ela é vista como uma parte integrante da equipe multidisciplinar na maioria das UTIs, porém necessita demonstrar boa relação custo-benefício, sendo necessário para isto um maior número de ensaios clínicos aleatorizados.

Além do seu papel tradicional no tratamento da obstrução ao fluxo aéreo e retenção de secreção, outros aspectos relacionados à expansão pulmonar e a disfunção muscular como também a mobilização e o treinamento muscular foram considerados nesta revisão. Todos esses procedimentos aqui descritos são atos que devem ser exclusivamente exercidos e praticados por fisioterapeutas qualificados.

A falta de revisões sistemáticas sobre os recursos de expansão pulmonar e remoção de secreção para intervenções fisioterapêuticas e a reabilitação funcional foi reconhecida pela força tarefa, uma vez que a maior parte das recomendações necessita de evidência científica. Portanto, a investigação das intervenções da fisioterapia na UTI deveria estar relacionada ao tempo de ventilação mecânica, tempo de estadia na UTI, readmissão à UTI, qualidade de vida e medidas de função física. No entanto, estes ensaios clínicos controlados e aleatorizados são extremamente dispendiosos e praticamente de impossível implementação devido às diferenças das práticas clínicas da fisioterapia e sua disparidade de papéis e autonomia nos diversos serviços de UTI.

Por fim é necessária a padronização dos recursos para o

processo de decisão clínica e educação, e a definição mais detalhada do perfil do profissional fisioterapeuta na UTI. Os pacientes na UTI têm múltiplos problemas que mudam rapidamente em resposta ao curso da doença e a condução médica. Ao invés do tratamento padronizado, abordagens em condições variadas, podem ser extraídas de princípios da prática, que podem orientar a avaliação do fisioterapeuta, avaliação e prescrição das intervenções e suas freqüentes modificações para cada paciente na UTI.

ABSTRACT

Complications from immobility in intensive care unit patients contribute to functional decline, increased healthcare costs, reduced quality of life and higher post-discharge mortality. Physical therapy focuses on promoting recovery and preserving function, and it may minimize the impact of these complications. A group of Brazilian Association of Intensive Care Medicine physical therapy experts developed this document that contains minimal physical therapy recommendations appropriate to the Brazilian real-world clinical situation. Prevention and treatment of atelectasis, procedures related to the removal of secretions and treatment of conditions related to physical deconditioning and functional decline are discussed. Equally important is the consideration that prescribing and executing activities, mobilizations and exercises are roles of the physical therapist, whose diagnosis should precede any intervention.

Keywords: Critical illness/rehabilitation; Critical care; Cooperative behavior

REFERÊNCIAS

1. Azeredo CAC. Fisioterapia respiratória. Rio de Janeiro: Panamed; 1984.
2. Malkoç M, Karadibak D, Yildirim Y. The effect of physiotherapy on ventilatory dependency and the length of stay in an intensive care unit. *Int J Rehabil Res.* 2009;32(1):85-8.
3. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards and evidence-based practice. *Chest.* 2000;118(6):1801-13. Review.
4. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther.* 1996;76(6):609-25.
5. Buhop KL. Pulmonary rehabilitation in the intensive care unit. In: Fishman AP, editor. *Pulmonary rehabilitation.* New York: Marcel & Dekker; 1996. p. 725-38.
6. Desai SV, Law TJ, Needham DM. Long-term complications of critical care. *Crit Care Med.* 2011;39(2):371-9. Review.
7. Evidence-Based Medicine Working Group. Evidence-based medicine. A new approach to teaching the practice of medicine. *JAMA.* 1992;268(17):2420-5.
8. Haycox A, Bagust A, Walley T. Clinical guidelines - the hidden costs. *BMJ.* 1999;318(7180):391-3.
9. Marini JJ, Pierson DJ, Hudson LD. Acute lobar atelectasis: a prospective comparison of fiberoptic bronchoscopy and respiratory therapy. *Am Rev Respir Dis.* 1979;119(6):971-8.
10. Thomas JA, McIntosh JM. Are incentive spirometry, intermittent positive pressure breathing, and deep breathing exercises effective in the prevention of postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery? A systematic overview and meta-analysis. *Phys Ther.* 1994;74(1):3-10; discussion 10-6.
11. Fagevik Olsén M, Hahn I, Nordgren S, Lönroth H, Lundholm K. Randomized controlled trial of prophylactic chest physiotherapy in major abdominal surgery. *Br J Surg.* 1997;84(11):1535-8.
12. Chumillas S, Ponce JL, Delgado F, Viciano V, Mateu M. Prevention of postoperative pulmonary complications

- through respiratory rehabilitation: a controlled clinical study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(1):5-9.
13. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. *Chest.* 2001;120(3):971-8. Review.
 14. Hall JC, Tarala R, Harris J, Tapper J, Christiansen K. Incentive spirometry versus routine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complications after abdominal surgery. *Lancet.* 1991;337(8747):953-6.
 15. Hall JC, Tarala RA, Tapper J, Hall JL. Prevention of respiratory complications after abdominal surgery: a randomised clinical trial. *BMJ.* 1996;312(7024):148-52; discussion 152-3.
 16. Denehy L, Berney S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. *Eur Respir J.* 2001;17(4):821-9.
 17. Motley HL, Werko L, et al. Observations on the clinical use of intermittent positive pressure. *J Aviat Med.* 1947;18(5):417-35.
 18. Emmanuel GE, Smith WM, Briscoe WA. The effect of intermittent positive pressure breathing and voluntary hyperventilation upon the distribution of ventilation and pulmonary blood flow to the lung in chronic obstructive lung disease. *J Clin Invest.* 1966;45(7):1221-33.
 19. Torres G, Lyons HA, Emerson P. The effects of intermittent positive pressure breathing on the interpulmonary distribution of inspired air. *Am J Med.* 1960;29:946-54.
 20. Webber BA, Pryor JA. Physiotherapy skills: techniques and adjuncts. In: Pryor JA, Prasad SA, editors. *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems.* London: Churchill Livingstone; 1993. p. 112-72.
 21. AARC clinical practice guideline. Intermittent positive pressure breathing. *American Association for Respiratory Care. Respir Care.* 1993;38(11):1189-95.
 22. Peruzzi W. The current status of PEEP. *Respir Care.* 1996;41:273-9.
 23. Fu C, Caruso P, Lucatto JJ, de Paula Schettino GP, de Souza R, Carvalho CR. Comparison of two flow generators with a noninvasive ventilator to deliver continuous positive airway pressure: a test lung study. *Intensive Care Med.* 2005;31(11):1587-91.
 24. Putensen C, Hörmann C, Baum M, Lingnau W. Comparison of mask and nasal continuous positive airway pressure after extubation and mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 1993;21(3):357-62.
 25. Kesten S, Rebeck AS. Ventilatory effects of nasal continuous positive airway pressure. *Eur Respir J.* 1990;3(5):498-501.
 26. Andersen JB, Olesen KP, Eikard B, Jansen E, Quist J. Periodic continuous positive airway pressure, CPAP, by mask in the treatment of atelectasis. *Eur J Respir Dis.* 1980;61:20-5.
 27. Paratz J, Lipman J, McAuliffe M. Effect of manual hyperinflation on hemodynamics, gas exchange, and respiratory mechanics in ventilated patients. *Intensive Care Med.* 2002;17(6):317-24.
 28. Simonds AK. Equipment. In: Simonds AK, editor. *Non-invasive respiratory support.* London: Chapman & Hall Medical; 1996. p.16-37.
 29. Ellis ER, Bye PT, Bruderer JW, Sullivan CE. Treatment of respiratory failure during sleep in patients with neuromuscular disease. Positive-pressure ventilation through a nose mask. *Am Rev Respir Dis.* 1987;135(1):148-52.
 30. Piper A, Willson G. Nocturnal nasal ventilatory support in the management of daytime hypercapnic respiratory failure. *Aust J Physiother.* 1996;42(1):17-29.
 31. Gust R, Gottschalk A, Schmidt H, Böttiger BW, Böhrer H, Martin E. Effects of continuous (CPAP) and bi-level positive airway pressure (BiPAP) on extravascular lung water after extubation of the trachea in patients following coronary artery bypass grafting. *Intensive Care Med.* 1996;22(12):1345-50.
 32. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44(1):75-81.
 33. Pasquina P, Merlani P, Granier JM, Ricou B. Continuous positive airway pressure versus noninvasive pressure support ventilation to treat atelectasis after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2004;99(4):1001-8, table of contents.
 34. Martin RJ, Rogers RM, Gray BA. Mechanical aids to lung expansion. The physiologic basis for the use of mechanical aids lung expansion. *Am Rev Respir Dis.* 1980;122(5 Pt 2):105-7.
 35. Menkes HA, Traystman RJ. Collateral ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1977;116(2):287-309.
 36. Williams JV, Tierney DF, Parker HR. Surface forces in the lung, atelectasis, and transpulmonary pressure. *J Appl Physiol.* 1966;21(3):819-27.
 37. Andersen JB, Qvist J, Kann T. Recruiting collapsed lung through collateral channels with positive end-expiratory pressure. *Scand J Respir Dis.* 1979;60(5):260-6.
 38. Clement AJ, Hübsch SK. Chest physiotherapy by the 'bag squeezing' method: a guide to technique. *Physiotherapy.* 1968;54(10):355-9.
 39. Hack I, Katz A, Eales C. Airway pressure changes during bag squeezing. *S Afr J Physiother.* 1980;36:97-9.
 40. Opie LH, Spalding JM. Chest physiotherapy during intermittent positive- pressure respiration. *Lancet.* 1958;2(7048):671-4.
 41. Unoki T, Mizutani T, Toyooka H. Effects of expiratory rib cage compression and/or prone position on oxygenation and ventilation in mechanically ventilated rabbits with induced atelectasis. *Respir Care.* 2003;48(8):754-62
 42. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther.* 1996;76(6):609-25.
 43. Unoki T, Mizutani T, Toyooka H. Effects of expiratory rib cage compression combined endotracheal suctioning

- on gas exchange in mechanically ventilated rabbits with induced atelectasis. *Respir Care*. 2004;49(8):896-901
44. Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. *Intensive Care Med*. 1992;18(6):319-21.
 45. Bond DM, McAloon J, Froese AB. Sustained inflations improve respiratory compliance during high-frequency oscillatory ventilation but not during large tidal volume positive-pressure ventilation in rabbits. *Crit Care Med*. 1994;22(8):1269-77.
 46. Pelosi P, Goldner M, McKibben A, Adams A, Eccher G, Gaironi P, et al. Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure: an experimental study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(1):122-30.
 47. Tucker B, Jenkins S. The effect of breathing exercises with body positioning on regional lung ventilation. *Aust J Physiother*. 1996;42(3):219-27.
 48. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther*. 1996;76(6):609-25.
 49. Zada CC. Physical therapy for the acutely ill medical patient. *Phys Ther*. 1981;61(12):1746-54.
 50. Sackner MA, Hirsch J, Epstein S. Effect of cuffed endotracheal tubes on tracheal mucous velocity. *Chest*. 1975;68(6):774-7.
 51. Safdar N, Crnich CJ, Maki DG. The pathogenesis of ventilator-associated pneumonia: its relevance to developing effective strategies for prevention. *Respir Care*. 2005;50(6):725-39; discussion 739-41.
 52. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med*. 2008;34(7):1188-99.
 53. Palmer LB, Smaldone GC, Simon SR, O'Riordan TG, Cuccia A. Aerosolized antibiotics in mechanically ventilated patients: delivery and response. *Crit Care Med*. 1998;26(1):31-9.
 54. Ray JF 3rd, Yost L, Moallem S, Sanoudos GM, Villamena P, Paredes RM, Clauss RH. Immobility, hypoxemia, and pulmonary arteriovenous shunting. *Arch Surg*. 1974;109(4):537-41.
 55. Schweickert WD, Hall J. ICU-acquired weakness. *Chest*. 2007;131(5):1541-9.
 56. Branson RD. Secretion management in the mechanically ventilated patient. *Respir Care*. 2007;52(10):1328-42; discussion 1342-7.
 57. Fink JB. Positive pressure techniques for airway clearance. *Respir Care*. 2002;47(7):786-96.
 58. Hess DR. Secretion clearance techniques: absence of proof or proof of absence? *Respir Care*. 2002;47(7):757-8.
 59. Pryor JA. Physiotherapy for airway clearance in adults. *Eur Respir J*. 1999;14(6):1418-24.
 60. Tomkiewicz RP, Biviji A, King M. Effects of oscillating air flow on the rheological properties and clearability of mucous gel simulants. *Biorheology*. 1994;31(5):511-20.
 61. King M, Phillips DM, Gross D, Vartian V, Chang HK, Zidulka A. Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. *Am Rev Respir Dis*. 1983;128(3):511-5.
 62. Flower KA, Eden RI, Lomax L, Mann NM, Burgess J. New mechanical aid to physiotherapy in cystic fibrosis. *Br Med J*. 1979;2(6191):630-1.
 63. AARC clinical practice guideline. Use of positive airway pressure adjuncts to bronchial hygiene therapy. American Association for Respiratory Care. *Respir Care*. 1993;38(5):516-21.
 64. Toussaint M, Boitano LJ, Gathot V, Steens M, Soudon P. Limits of effective cough-augmentation techniques in patients with neuromuscular disease. *Respir Care*. 2009;54(3):359-66.
 65. Amato MB, Barbas CC, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998;338(6):347-54.
 66. Korupolu R, Gifford JM, Needham DM. Early mobilization of critically ill patients: reducing neuromuscular complications after intensive care. *Contemp Crit Care*. 2009;6(9):1-11.
 67. Nava S, Piaggi G, De Mattia E, Carlucci A. Muscle retraining in the ICU patients. *Minerva Anesthesiol*. 2002;68(5):341-5.
 68. Truong AD, Fan E, Brower RG, Needham DM. Bench-to bedside review: mobilizing patients in the intensive care unit--from pathophysiology to clinical trials. *Crit Care*. 2009;13(4):216.
 69. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, Outin H, Sharshar T; Groupe de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med*. 2007;35(9):2007-15.
 70. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Authier FJ, Durand-Zaleski I, Boussarsar M, Cerf C, Renaud E, Mesrati F, Carlet J, Raphaël JC, Outin H, Bastuji-Garin S; Groupe de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA*. 2002;288(22):2859-67.
 71. Leijten FS, Harinck-de-Weerd JE, Poortvliet DC, de Weerd AW. The role of polyneuropathy in motor convalescence after prolonged mechanical ventilation. *JAMA*. 1995;275(15):1221-5.
 72. Bednarik J, Vondracek P, Dusek L, Moravcova E, Cundrle I. Risk factors for critical illness polyneuropathy. *J Neurol*. 2005;252(3):343-51.
 73. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med*. 2009;37(9):2499-505.

74. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;373(9678):1874-82.
75. Oliveira AB, Martinez BP, Gomes Neto MG. Impacto do internamento em uma unidade de terapia intensiva na independência funcional. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;Suplemento:S95.
76. Geddes EL, Reid WD, Crowe J, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Respir Med*. 2005;99(11):1440-58. Review.
77. Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002;20(3):570-6.
78. Weiner P, Magadle M, Massarwa F, Beckerman M, Berar-Yanay N. Influence of gender and inspiratory muscle training on the perception of dyspnea in patients with asthma. *Chest*. 2002;122(1):197-201.
79. Finder JD, Birnkrant D, Carl J, Farber HJ, Gozal D, Iannaccone ST, Kovesi T, Kravitz RM, Panitch H, Schramm C, Schroth M, Sharma G, Sievers L, Silvestri JM, Sterni L; American Thoracic Society. Respiratory care of the patient with Duchenne muscular dystrophy: ATS consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170(4):456-65.
80. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757-63.
81. Weiner P, Azgad Y, Weiner M. Inspiratory muscle training during treatment with corticosteroids in humans. *Chest*. 1995;107(4):1041-4.
82. Hulzebos H, Helders PJ, Favié NJ, De Bie RA, Brutel de la Riviere A, Van Meeteren NL. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2006;296(15):1851-7.
83. Aldrich TK, Uhrlass RM. Weaning from mechanical ventilation: successful use of modified inspiratory resistive training in muscular dystrophy. *Crit Care Med*. 1987;15(3):247-9.
84. Belman MJ. Respiratory failure treated by ventilatory muscle training (VMT). A report of two cases. *Eur J Respir Dis*. 1981;62(6):391-5.
85. Sprague SS, Hopkins PD. Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Phys Ther*. 2003;83(2):171-81.
86. Martin AD, Davenport PD, Franceschi AC, Harman E. Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning: a series of 10 consecutive patients. *Chest*. 2002;122(1):192-6.
87. Martin UJ, Hincapie L, Nimchuk M, Gaughan J, Criner GJ. Impact of whole-body rehabilitation in patients receiving chronic mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2005;33(10):2259-65.
88. Caruso P, Denari SD, Ruiz SA, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C, Deheinzelin D. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics (Sao Paulo)*. 2005;60(6):479-84.
89. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care*. 2011;15(2):R84.
90. Jerre G, Silva TJ, Beraldo MA. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Suppl 2):S142-50.
91. Aliverti A, Carlesso E, Dellacà R, Pelosi P, Chiumello D, Pedotti A, Gattinoni L. Chest wall mechanics during pressure support ventilation. *Crit Care*. 2006;10(2):R54.
92. Futier E, Constantin JM, Combaret L, Mosoni L, Roszyk L, Sapin V, et al. Pressure support ventilation attenuates ventilator-induced protein modifications in the diaphragm. *Crit Care*. 2008;12(5):R116.
93. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2008;371(9607):126-34.
94. Clini E, Ambrosino N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respir Med*. 2005;99(9):1096-104.
95. Lake DA. Neuromuscular electrical stimulation. An overview and its application in the treatment of sports injuries. *Sports Med*. 1992;13(5):320-36.
96. Glaser RM. Functional neuromuscular stimulation. Exercise conditioning of spinal cord injured patients. *Int J Sports Med*. 1994;15(3):142-8.
97. Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med*. 2005;35(3):191-212.
98. Currier DP, Mann R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Phys Ther*. 1983;63(6):915-21.
99. Sillen MJ, Speksnijder CM, Eterman RM, Janssen PP, Wagers SS, Wouters EF, et al - Effects of neuromuscular electrical stimulation of muscles of ambulation in patients with chronic heart failure or COPD: a systematic review of the English-language literature. *Chest*. 2009;136(1):44-61.
100. Zanotti E, Felicetti G, Maini M, Fracchia C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. *Chest*. 2003;124(1):292-6.

101. Stiller K, Phillips A. Safety aspects of mobilising acutely ill in patients. *Physiother Theory Pract.* 2003;19(4):239-57.
102. Denehy L, Berney S. Physiotherapy in the intensive care unit. *Phys Ther Rev.* 2006;11(1):49-56.
103. Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(9):1034-42.
104. van't Hul A, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Training with inspiratory pressure support in patients with severe COPD. *Eur Respir J.* 2006;27(1):65-72.
105. Borghi-Silva A, Sampaio LMM, Toledo A, Pincelli MP, Costa D. Efeitos agudos da aplicação do BiPAP sobre a tolerância ao exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). *Rev Bras Fisioter.* 2005;9(3):273-80.
106. Vitacca M, Bianchi L, Sarvà M, Paneroni M, Balbi B. Physiological responses to arm exercise in difficult to wean patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med.* 2006;32(8):1159-66.
107. Clavet H, Hébert PC, Fergusson D, Doucette S, Trudel G. Joint contracture following prolonged stay in the intensive care unit. *CMAJ.* 2008;178(6):691-7.
108. Norrenberg M, De Backer D, Moraine JJ. Oxygen consumption can increase during passive leg mobilization. *Intensive Care Med.* 1995;21(Suppl):S177.
109. Griffiths RD, Palmer TE, Helliwell T, MacLennan P, MacMillan RR. Effect of passive stretching on the wasting of muscle in the critically ill. *Nutrition.* 1995;11(5):428-32.
110. Chiang LL, Wang LY, Wu CP, Wu HD, Wu YT. Effects of physical training on functional status in patients with prolonged mechanical ventilation. *Phys Ther.* 2006;86(9):1271-81.
111. Bailey P, Thomsen GE, Spuhler VJ, Blair R, Jewkes J, Bezdjian L, et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. *Crit Care Med.* 2007;35(1):139-45.
112. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med.* 2008;36(8):2238-43.
113. Malkoç M, Karadibak D, Yildirim Y. The effect of physiotherapy on ventilatory dependency and the length of stay in an intensive care unit. *Int J Rehabil Res.* 2009;32(1):85-8.
114. Thomsen GE, Snow GL, Rodriguez L, Hopkins RO. Patients with respiratory failure increase ambulation after transfer to an intensive care unit where early activity is a priority. *Crit Care Med.* 2008;36(4):1119-24.