

Douglas Neves¹, Paulo Ricardo Marques Filho¹, Raquel da Silva Townsend¹, Cristiano dos Santos Rodrigues¹, Luciana Tagliari², Laura Cordeiro Madeira², Mariana Fensterseifer Mattioni², Márcio Luiz Ferreira de Camillis², Clarissa Garcia Soares Leães³, Juliana Mara Stormovski de Andrade³, Caroline Cabral Robinson³, Daniel Sganzerla³, Laura Drehmer³, Denis Fernandes Madruga da Costa³, André Sant'Ana Machado³, Regis Goulart Rosa³, Pedro Dal Lago⁴

1. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Ernesto Dornelles - Porto Alegre (RS), Brasil.
2. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Moinhos de Vento - Porto Alegre (RS), Brasil.
3. Escritório de Projetos de Pesquisa, Hospital Moinhos de Vento - Porto Alegre (RS), Brasil.
4. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - Porto Alegre (RS), Brasil.

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 15 de março de 2023
Aceito em 24 de setembro de 2023

Autor correspondente:

Pedro Dal Lago
Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Rua Sarmiento Leite, 245 - Centro Histórico
CEP: 90050-170 - Porto Alegre (RS), Brasil
E-mail: pdallago@ufcspa.edu.br

Editor responsável: Alexandre Biasi Cavalcanti

DOI: 10.5935/2965-2774.20230069-pt

Impacto do posicionamento vertical na aeração pulmonar em pacientes de unidades de terapia intensiva ventilados mecanicamente: um estudo clínico transversal randomizado

RESUMO

Objetivo: Avaliar o impacto de diferentes posicionamentos verticais na aeração pulmonar em pacientes em ventilação mecânica invasiva.

Métodos: Trata-se de ensaio clínico aberto, randomizado e transversal, realizado entre janeiro e julho de 2020. Adultos em ventilação mecânica invasiva por mais de 24 horas e menos de 7 dias com estabilidade hemodinâmica, respiratória e neurológica foram distribuídos aleatoriamente em uma proporção de 1:1 à postura sentada seguida da condição de ortostatismo passivo ou o ortostatismo passivo seguido de postura sentada. O desfecho primário foi a aeração pulmonar avaliada pelo *lung ultrasound score*. O escore varia de zero (melhor) a 36 (pior).

Resultados: Foram selecionados 186 indivíduos; destes, 19 foram incluídos (57,8% do sexo masculino; média idade de 73,2 anos). Todos os participantes foram selecionados para receber pelo menos um protocolo de verticalização. O ortostatismo passivo

resultou em escores médios de aeração pulmonar por ultrassonografia que não diferiram significativamente da postura sentada (11,0 *versus* 13,7; diferença média, -2,7; IC95% -6,1 a 0,71; $p = 0,11$). Ocorreram eventos adversos em três indivíduos no grupo ortostatismo passivo e em um no grupo postura sentada ($p = 0,99$).

Conclusão: Esta análise não encontrou diferenças significativas na aeração pulmonar entre os grupos ortostatismo passivo e postura sentada. É factível conduzir um estudo clínico transversal randomizado para avaliar o impacto do posicionamento vertical na aeração pulmonar em pacientes em ventilação mecânica invasiva. Infelizmente, o estudo foi interrompido devido à necessidade de tratar pacientes com COVID-19.

Descritores: Posição sentada; Posição ortostática; Pulmão; Aeração; Respiração artificial; Ultrassonografia; Unidades de terapia intensiva

Registro ClinicalTrials.gov: NCT04176445

INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica invasiva (VMI), apesar de salvar vidas na unidade de terapia intensiva (UTI), pode resultar em danos neuromusculares e representa fator de risco para o desenvolvimento de aeração/perfusão pulmonar associada à ventilação e ao comprometimento da função do sistema respiratório.^(1,2) Esses danos podem ser agravados pela imobilização no leito⁽³⁾ ou reduzidos pelo uso de protocolos de posicionamento corporal.⁽⁴⁾

O posicionamento corporal está associado a mudanças na ventilação (aeração) e perfusão pulmonar e tem efeitos positivos nos sistemas respiratórios de pacientes que recebem VMI, principalmente quando realizado fora do leito. Por exemplo, a combinação da postura sentada em uma cadeira com atividade física pode melhorar a aeração pulmonar durante a VMI,⁽⁵⁾ usando um tubo



endotraqueal. Assim, o ortostatismo passivo com o apoio de uma prancha ortostática foi incorporado à prática para permitir o posicionamento corporal de pacientes em terapia intensiva fora do leito.⁽⁶⁾ Quando incluída nas rotinas diárias, essa estratégia está associada à melhora do nível de consciência dos pacientes de UTI.⁽⁷⁾ Além disso, quando os pacientes em VMI são colocados em ortostatismo passivo usando uma prancha ortostática, há um aumento transitório no volume-minuto sem mudança significativa na oxigenação.⁽⁸⁾

Apesar dos benefícios da mobilização de pacientes fora do leito, ainda há poucas evidências sobre os efeitos do posicionamento vertical na aeração pulmonar, especialmente quando o posicionamento vertical é realizado de forma passiva na posição ortostática. Desse modo, este estudo pretendeu avaliar os efeitos de diferentes posicionamentos verticais na aeração pulmonar em pacientes graves em VMI. A partir das alterações ventilatórias fisiológicas na postura vertical, levantamos a hipótese de que a verticalização do tórax melhoraria a aeração pulmonar de pacientes em VMI. Os objetivos específicos foram avaliar as variações no volume corrente, na frequência respiratória e no volume-minuto dos pacientes em VMI, bem como a segurança da mobilização de pacientes fora do leito. Considerando-se a demanda de profissionais para verticalizar os pacientes em VMI, tentamos determinar o número necessário de integrantes da equipe para posicionar os pacientes em VMI em diferentes posições fora do leito.

MÉTODOS

Este estudo foi concebido como um ensaio clínico aberto, randomizado, transversal, em dois centros, para avaliar o impacto de diferentes posicionamentos verticais na aeração pulmonar em pacientes hospitalizados em UTI em VMI. Os pacientes foram inscritos de janeiro a julho de 2020 e seguidos nas UTIs médico-cirúrgicas do Hospital Ernesto Dornelles (40 leitos) e do Hospital Moinhos de Vento (17 leitos), ambos terciários, acadêmicos e privados no sul do Brasil. Este estudo foi aprovado pelos comitês de revisão institucional do Hospital Ernesto Dornelles (aprovação 3.335.370) e do Hospital Moinhos de Vento (aprovação 3.243.829). Além disso, obteve-se o consentimento informado dos representantes legalmente autorizados de todos os participantes antes da inscrição no estudo. Este estudo foi conduzido de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil e registrado no ClinicalTrials.gov (NCT04176445) antes do recrutamento do primeiro paciente. Esta pesquisa não recebeu subsídio específico de agências de

financiamento dos setores público, comercial ou com fins lucrativos. O estudo foi interrompido antes do previsto devido à pandemia da doença do coronavírus 2019 (COVID-19). A dedicação da equipe do estudo às atividades de assistência médica de pacientes com COVID-19 em estado grave impediu a manutenção dos procedimentos do estudo.

Todos os indivíduos consecutivos ≥ 18 anos internados na UTI e ventilados por ≥ 24 horas e ≤ 7 dias e sem previsão de extubação no dia dos protocolos do estudo foram considerados aptos a participar. Os critérios de exclusão foram: nível de noradrenalina $> 0,2\text{mcg/kg/minuto}$; aumento $> 50\%$ na dose de noradrenalina (desde que excedesse $0,1\text{mcg/kg/minuto}$) nas 2 horas anteriores à inscrição; nível de nitroprussiato de sódio $> 1\text{mcg/kg/minuto}$; frequência cardíaca < 40 ou $> 130\text{bpm}$; isquemia miocárdica ativa; pressão arterial sistólica $> 200\text{mmHg}$ ou pressão arterial média $< 65\text{mmHg}$; arritmia; presença de contrapulsão por balão intra-aórtico; fração inspirada de oxigênio $> 60\%$; pressão expiratória positiva final $\geq 10\text{cmH}_2\text{O}$; saturação periférica de oxigênio $< 88\%$; frequência respiratória < 5 ou $> 40\text{bpm}$; diagnóstico de síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA); pontuação < -4 ou $> +1$ na Escala de Richmond de Agitação-Sedação (RASS - *Richmond Agitation-Sedation Scale*); hipertensão intracraniana; diagnóstico de doenças neurológicas e/ou neuromusculares que impossibilitassem a mobilização; lesão aguda da medula espinhal e/ou risco de instabilidade; fase aguda de acidente vascular cerebral; fratura ou amputação dos membros inferiores; incapacidade de andar sem ajuda antes da doença grave na UTI (andar com o uso de bengala ou andador não foi critério de exclusão); pontuação ≥ 3 na escala de força dos membros inferiores do *Medical Research Council* (MRC); úlcera de pressão na região do calcanhar; suspeita ou confirmação da COVID-19; infusão de bloqueadores neuromusculares; presença de peritoneostomia; queimaduras extensas; temperatura $> 38,5^\circ\text{C}$; sangramento gastrointestinal ativo; hipertensão intra-abdominal; trombocitopenia (contagem de plaquetas < 50.000 unidades/ mm^3); diarreia volumosa; hipoglicemia (hemoglicoteste $< 70\text{mg/dL}$); terapia de substituição renal intermitente; cirurgias abdominais de grande porte e presença de cateter peridural.

Intervenções

Protocolo de postura sentada: os participantes foram colocados passivamente em uma sedestação à beira do leito com apoio para as costas, na qual permaneceram por 30 minutos; seus quadris e joelhos foram flexionados a 90° , e seus pés foram apoiados; essa posição visava simular a postura sentada em uma cadeira.

Protocolo de ortostatismo passivo: os participantes foram transferidos para uma prancha ortostática (zero grau de inclinação). Foram colocados cintos de segurança nos joelhos, na cintura e no peito, para manter os participantes em posição ortostática. O protocolo da prancha ortostática durou 30 minutos. Inicialmente, os participantes foram colocados em posição vertical até 45° e permaneceram nessa posição por 3 minutos. Em seguida, foram inclinados a 60°, mantendo-se nessa posição por 2 minutos. A seguir, a verticalização foi realizada até 75 - 85°, na qual permaneceram por mais 25 minutos.

Cointervenções: foi realizada aspiração endotraqueal 30 minutos antes do início de ambos os protocolos de posicionamento vertical.

De acordo com os protocolos locais, coube à equipe assistente de cada centro o manejo dos participantes quanto à assistência médica intensiva, incluindo os parâmetros da VMI.

Randomização, intervalo e mascaramento

Os indivíduos foram randomizados na proporção de 1:1 para um dos dois grupos de verticalização: o grupo postura sentada seguida de ortostatismo passivo ou o grupo ortostatismo passivo seguido de postura sentada. Os participantes foram randomizados no mesmo dia em que foram considerados aptos a participar do estudo. A randomização foi realizada usando blocos de diferentes tamanhos e estratificada por centro. O sequenciamento e a ocultação da alocação foram garantidos pelo uso de uma plataforma centralizada de randomização eletrônica (REDCap, Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, Estados Unidos).⁽⁹⁾ Os pacientes foram selecionados diariamente por um integrante do estudo (um em cada centro) para identificar quais poderiam ser incluídos. Após atender aos critérios, o integrante do estudo inscrevia os participantes na plataforma para randomização. Os pesquisadores tiveram acesso à sequência de intervenção somente depois que os participantes foram registrados na plataforma. Aplicou-se um intervalo de 90 a 150 minutos entre os dois protocolos de verticalização, em que o paciente retornava ao leito, para evitar o efeito de transferência. Considerando-se a natureza das intervenções do estudo, o mascaramento não era viável.

Desfechos

O desfecho primário foi a aeração pulmonar avaliada usando o *lung ultrasound score* (LUS) no fim de cada protocolo de verticalização (postura sentada e ortostatismo passivo), enquanto os pacientes encontravam-se em posição vertical. O LUS também foi medido em três momentos diferentes para avaliar a consistência dos achados: na posição supina

no leito (basal), na posição supina no leito após a postura sentada e na posição supina no leito após o ortostatismo passivo. Para as medições na posição supina, os indivíduos foram posicionados com a cabeceira da cama elevada a 30°. A aeração pulmonar foi avaliada por meio de ultrassonografia torácica (Sonosite®), na qual foi usado um transdutor convexo. Foram investigados os espaços intercostais das regiões anterior, lateral e posterior de ambos os pulmões. O marco de divisão foram as linhas axilares anterior e posterior, com cada área sendo dividida em regiões superior e inferior. Assim, foram avaliadas seis zonas representativas de cada pulmão. Seguindo os padrões já estabelecidos pelo LUS, a aeração normal foi representada por deslizamento pleural e linhas A horizontais ou por, pelo menos, três linhas B verticais; foi atribuída pontuação zero nesse caso. No caso de perda moderada de aeração, caracterizada por várias linhas B, com espaçamento regular ou irregular, originadas da linha pleural ou de pequenas consolidações justapleurais, atribuía-se pontuação 1. Foi atribuída pontuação 2 à presença de linhas B coalescentes em vários espaços intercostais, ocupando todo o espaço intercostal e caracterizando uma perda grave de aeração pulmonar. Caso houvesse perda completa da aeração pulmonar, conforme observado na consolidação pulmonar, com ecogenicidade tecidual e broncogramas aéreos estáticos e dinâmicos, a região investigada recebia pontuação 3. A pontuação total do LUS foi determinada pela soma das 12 áreas examinadas, com pontuações que variavam de zero a 36; quanto maior a pontuação, pior a aeração pulmonar.⁽¹⁰⁾ Considerou-se a pior anormalidade ultrassonográfica detectada para caracterizar a região examinada. Todas as avaliações foram realizadas por indivíduos treinados com experiência clínica que houvessem realizado pelo menos cem procedimentos de LUS.⁽¹¹⁾

Os desfechos secundários incluíram a variação do volume corrente (expresso em mL), a frequência respiratória (expressa em rpm), o volume-minuto (expresso em L/minuto) e o número de profissionais necessários para realizar os protocolos de verticalização torácica. Os dados de volume corrente e frequência respiratória foram coletados diretamente do monitor do ventilador mecânico imediatamente ao final dos 30 minutos de cada posição vertical, bem como nos três momentos no leito. As medições foram padronizadas. Seguimos a proposta de Conti et al.⁽¹²⁾

A segurança das intervenções foi avaliada pelo monitoramento da ocorrência dos seguintes eventos adversos: hipertensão (definida como pressão arterial sistólica > 200mmHg ou pressão arterial média > 110mmHg) ou hipotensão (definida como pressão arterial média < 65mmHg); queda de saturação (definida como saturação periférica de oxigênio < 88%); taquicardia ou bradicardia (definidas como frequência cardíaca > 130 bpm ou < 40 bpm, respectivamente);

início de arritmia; taquipneia ou bradipneia (definida como frequência respiratória > 40 bpm ou < 5 bpm, respectivamente); sofrimento do paciente (evidenciado por sinais ou gestos não verbais); agitação (RASS $> +1$); declínio do nível de consciência; combatividade física; quedas do paciente; tração ou remoção de qualquer dispositivo do paciente; e interrupção do fluxo do cateter de hemodiálise contínua. Na ocorrência de qualquer evento adverso, o protocolo era interrompido, e o paciente era tratado e monitorado pela equipe assistente até a estabilização clínica.

Tamanho amostral

Foram necessários 36 indivíduos para atingir um poder de 90%, de modo a detectar diferença média (DM) absoluta no LUS de 2,0 pontos (desvio-padrão [DP] de 3,5 pontos)⁽¹⁰⁾ entre as duas intervenções, com nível alfa bilateral de 0,05. O DP da amostra foi estimado segundo o método de Wan et al.⁽¹³⁾ usando como estimativas o tamanho da amostra, a mediana e o intervalo interquartil. O DP da amostra de cada um dos dois grupos foi estimado, e calculou-se a média de ambos. O estudo usado como referência para esses cálculos foi o de Soummer et al.⁽¹⁰⁾ Previmos que 18 participantes começariam na postura sentada seguida de ortostatismo passivo e 18 começariam com ortostatismo passivo seguido de postura sentada.

Análise estatística

As variáveis categóricas basais são descritas como frequências absolutas e relativas, enquanto as quantitativas basais são expressas como média e DP ou mediana e intervalo interquartil (IQ25 - 75%). Os indivíduos foram analisados segundo seu grupo de randomização, independentemente do tratamento recebido. A distribuição dos dados foi avaliada por meio de análise gráfica e do teste de Shapiro-Wilk. O teste *t* de Student pareado foi usado para comparar o desfecho primário entre as duas intervenções e realizar a análise de sensibilidade. O teste de Friedman foi usado para comparar os cinco momentos. Os resultados secundários categóricos foram avaliados pelo teste de McNemar, os resultados contínuos simétricos foram avaliados pelo teste *t* de Student pareado e os resultados contínuos assimétricos foram avaliados pelo teste de Wilcoxon. As análises foram realizadas com o *software* R,⁽¹⁴⁾ versão 3.6.3, e definiu-se um nível de significância de 5% para todas as análises.

RESULTADOS

Descrição da população

O primeiro indivíduo foi inscrito, randomizado e avaliado em 13 de janeiro de 2020; o último indivíduo foi selecionado

em 22 de julho de 2020 (Figura 1). Nesse período, 186 pacientes foram selecionados. Foram excluídos 167 indivíduos. Desse modo, foram incluídos 19 participantes no estudo. Destes, 12 começaram na postura sentada. Dois indivíduos não concluíram o protocolo do estudo (ou seja, não receberam as duas intervenções previstas), sendo um devido a um evento adverso durante a primeira intervenção (ortostatismo passivo) e o outro devido a alterações no plano de desmame da ventilação após a primeira intervenção (ortostatismo passivo). Então, 17 indivíduos concluíram todo o protocolo do estudo, enquanto dois concluíram apenas a primeira intervenção (ortostatismo passivo), para a qual foram distribuídos aleatoriamente. Sete pacientes iniciaram com ortostase passiva na prancha ortostática e 12 iniciaram com posição sentada.

As características basais dos participantes são apresentadas na tabela 1. A média de idade foi de 73,2 anos (DP de 13,7 anos), 75% tinham idade ≥ 65 anos e 94,7% foram internados na UTI por motivos clínicos. O início da VMI foi devido à insuficiência respiratória aguda em 57,9% dos casos, a duração média da VMI antes da randomização foi de 4,3 dias (DP de 1,1 dias), a pontuação média do *Simplified Acute Physiology Score III* (SAPS 3) foi de 71,6 e a RASS média foi de -4.

Desfecho primário

Os valores do LUS em diferentes momentos do estudo são mostrados na figura 2. A média do LUS no ortostatismo passivo e na postura sentada foi de 11,0 (DP de 8,0) e 13,7 (DP de 7,6), respectivamente (DM de -2,7; intervalo de confiança de 95% [IC95%] -6,1 - 0,71; $p = 0,11$) (Tabela 2). Não se observou diferença na média do LUS nos cinco momentos: valor basal, 10 pontos (6 - 18); postura sentada, 12 pontos (8 - 19); posição supina após a postura sentada, 14 pontos (7 - 16); ortostatismo passivo, 9 pontos (8 - 12); e posição supina após o ortostatismo passivo, 10 pontos (7 - 14) ($p = 0,42$) (Figura 3 e Tabela 3). Os resultados de uma análise de sensibilidade *post hoc* não mostraram diferenças significativas entre as duas intervenções do estudo com relação às variações medianas no LUS do valor basal até o fim do protocolo de verticalização (ortostatismo passivo: -1; IQ25 - 75% = -5 - 3; postura sentada: 0; IQ25 - 75% = -1 - 4; $p = 0,05$).

Desfechos secundários

A mediana dos volumes correntes no ortostatismo passivo e na postura sentada foi de 436mL (IQ25 - 75% = 395 - 507) e 435mL (IQ25 - 75% = 380 - 480), respectivamente ($p = 0,47$). A média das frequências respiratórias no ortostatismo passivo e na postura sentada

foi de 24,7 (DP 6,1) e 24,2 (DP 6,0), respectivamente (DM -0,47; IC95% - 4,1 - 3,1; p = 0,78). A mediana dos volumes-minuto no ortostatismo passivo e na postura sentada foi de 10,3 L/minuto (IQ25 - 75% = 8,7 - 12,5) e 11,1 L/minuto (IQ25 - 75% = 8,4 - 12,2), respectivamente

(p = 0,42). Não houve diferença no número médio de profissionais necessários para realizar os protocolos de ortostatismo passivo e postura sentada (ortostatismo passivo: 3,0; IQ25 - 75% = 3 - 3; postura sentada: 3,0; IQ25 - 75% = 3 - 3,2; p = 0,40) (Tabela 2).

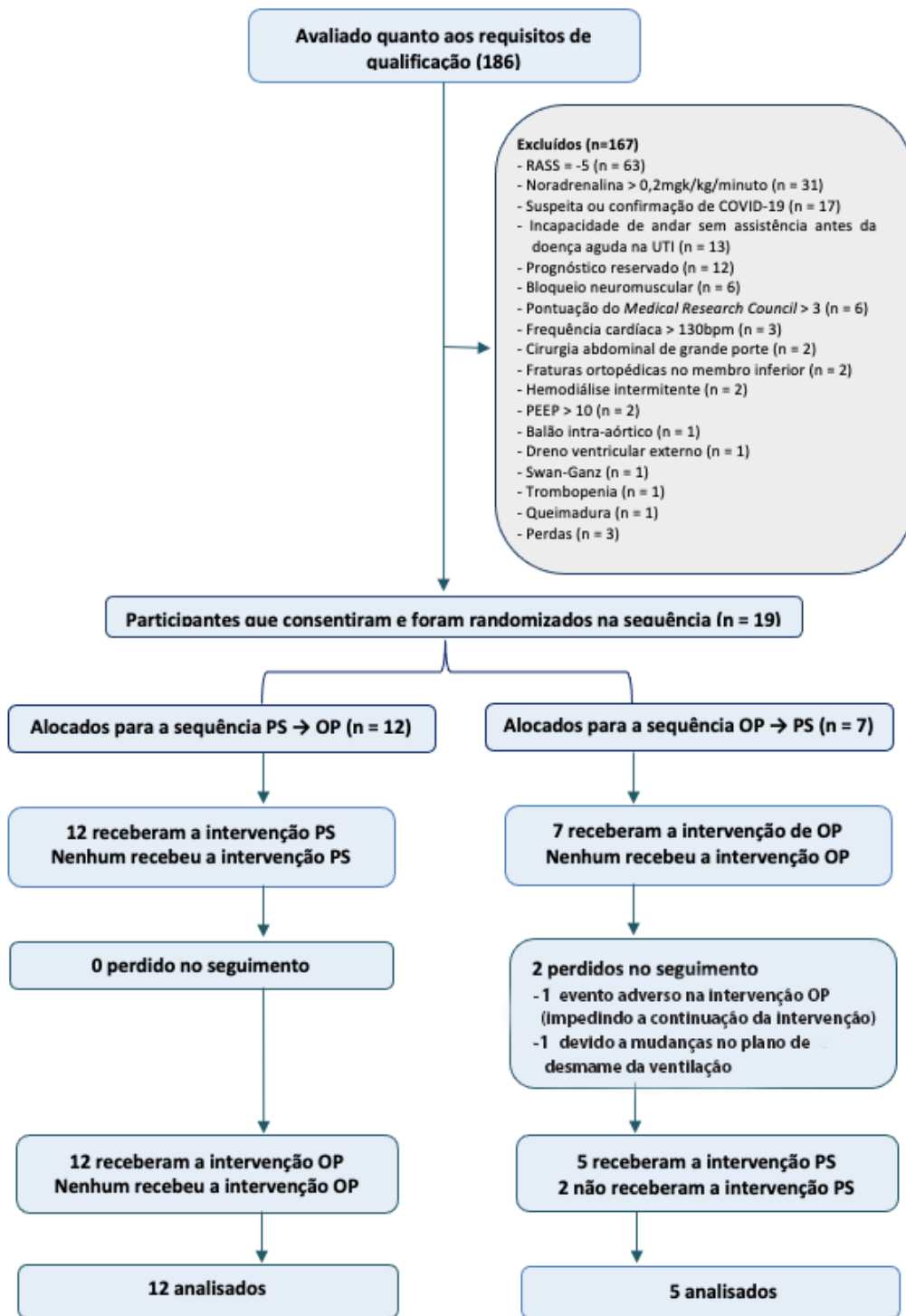


Figura 1 - Participação, randomização e seguimento em relação ao efeito do posicionamento vertical na aeração pulmonar.

PS - postura sentada; OP - ortostatismo passivo.

Tabela 1 - Características basais

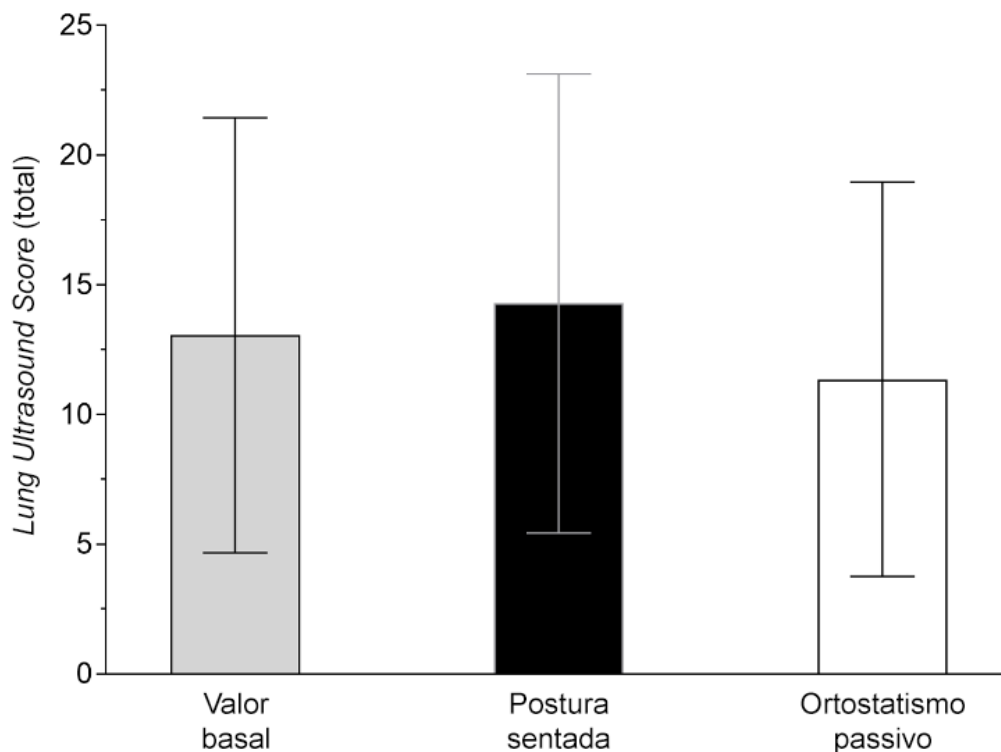
Características	
Idade (anos)	73,2 ± 13,7
Sexo masculino	11 (57,8)
Índice de comorbidade de Charlson	3,2 ± 1,7
Tipo de admissão na UTI	
Médica	18 (94,7)
Cirúrgica	1 (5,3)
Duração da VMI (dias)	4,3 ± 1,1
Motivo da ventilação mecânica	
Insuficiência respiratória aguda	11 (57,9)
Instabilidade hemodinâmica	1 (5,3)
Diminuição do nível de consciência	5 (26,3)
Parada cardíaca	2 (10,5)
SAPS-3	71,6 ± 10,8
Sedação parenteral contínua	3 (15,7)
RASS	-4 ± 1,1
Modo de ventilação mecânica	
PSV	13 (68,4)
PCV	6 (31,6)

UTI - unidade de terapia intensiva; VMI - ventilação mecânica invasiva; SAPS-3 - *Simplified Acute Physiology Score III*; RASS - Escala de Richmond de Agitação-Sedação; PSV - ventilação com pressão de suporte; PCV - ventilação com controle de pressão. Resultados expressos por média ± desvio-padrão ou n (%).

Quando da execução do protocolo, ocorreram quatro eventos adversos (11%) relacionados à segurança das intervenções. Um episódio de taquicardia ocorreu durante o ortostatismo passivo, além de três episódios de hipotensão (dois durante o ortostatismo passivo e um na postura sentada). O número de pacientes que apresentaram eventos adversos não diferiu significativamente entre os protocolos ($p = 0,99$) (Tabela 2). Desse modo, não foram relatados eventos adversos graves durante os protocolos, embora a mobilização tenha sido interrompida precocemente devido à instabilidade cardiovascular em três indivíduos. Nenhum desses pacientes precisou de intervenções além da interrupção dos protocolos.

Viabilidade

Não ocorreram desvios significativos do protocolo durante o estudo com relação aos procedimentos de recrutamento, consentimento informado, administração da intervenção ou avaliação dos desfechos. Todos os indivíduos incluídos atenderam a todos os critérios de inclusão e nenhum deles apresentou condições de exclusão. Obteve-se o consentimento informado de todos os participantes. Embora a administração de ambas as intervenções não tenha sido possível para dois indivíduos, em apenas um

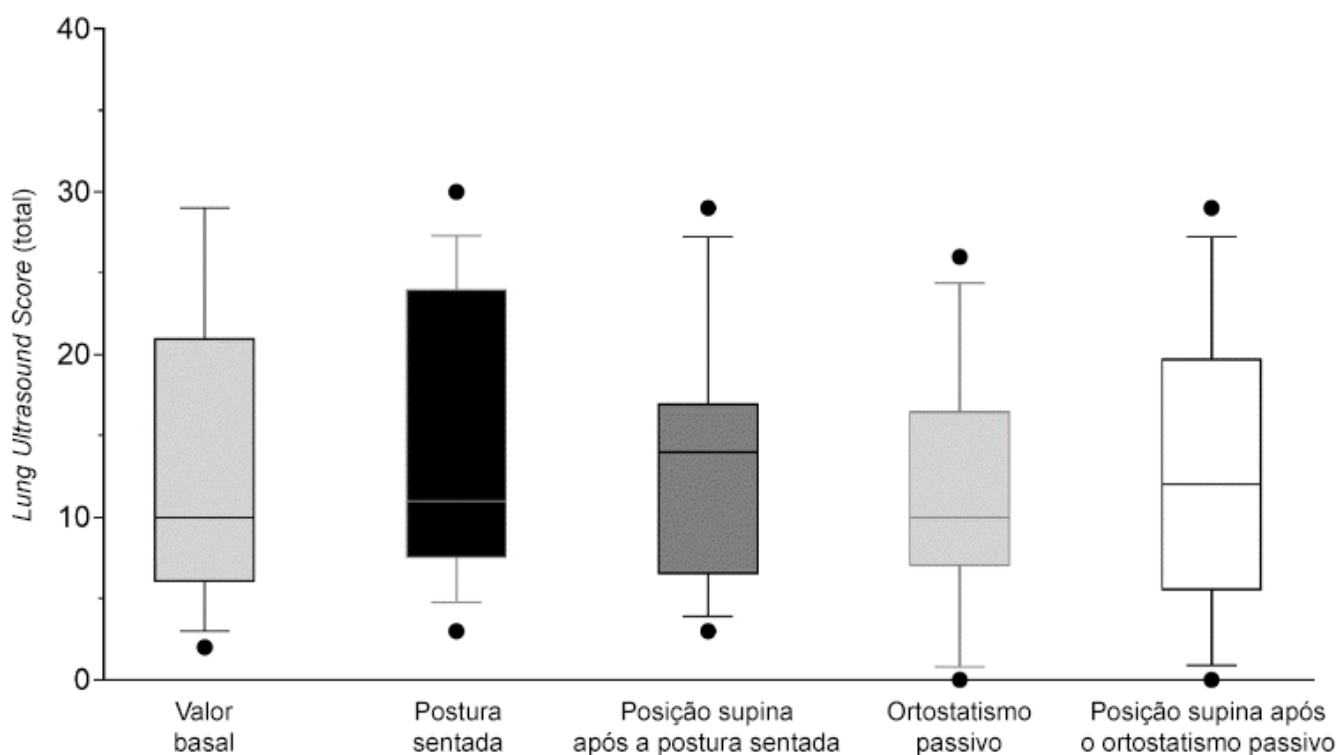
**Figura 2** - Lung Ultrasound Score em diferentes intervenções de verticalização.

O valor das colunas indica a média, e as linhas verticais indicam o desvio-padrão.

Tabela 2 - Desfechos do estudo

Variáveis	Ortostatismo passivo	Postura sentada	Diferença média IC95%	Valor de p
LUS	11 (8,0)	13,7 (7,6)	-2,7 (-6,1 - 0,71)*	0,11
FR (rpm)	24,7 (6,1)	24,2 (6,0)	-0,47 (-4,1 - 3,1)*	0,78
VC (mL)	436 (395 - 507)	435 (380 - 480)	-8 (-65,0 - 19,0)†	0,47
Volume-minuto (L/minuto)	10,3 (8,7 - 12,5)	11,1 (8,4 - 12,2)	-0,40 (-1,6 - 0,8)†	0,42
Eventos adversos (pacientes)	2 (11,8)†	1 (5,9)†	-	0,99
Equipe profissional	3 (3 - 3)†	3 (3 - 3,2)†	-	0,40

IC95% - intervalo de confiança de 95%; LUS - Lung Ultrasound Score; FR - frequência respiratória; VC - volume corrente. Resultados expressos como média e desvio-padrão (*), intervalo interquartil (IQ25 - 75%) (†) ou n (%) (‡).

**Figura 3** - Lung Ultrasound Score de pacientes em ventilação mecânica invasiva por meio de um tubo endotraqueal em diferentes posturas.

As linhas horizontais internas do box plot indicam mediana; linhas verticais, intervalo interquartil (IQ25 - 75%) e pontos, valores mais extremos.

Tabela 3 - Lung Ultrasound Score em diferentes posturas

	Valor basal	Postura sentada	Posição supina após a postura sentada	Ortostatismo passivo	Posição supina após o ortostatismo passivo	Valor de p
LUS	10 (6 - 18)	12 (8 - 19)	14 (7 - 16)	9 (8 - 12)	10 (7 - 14)	0,42

LUS - Lung Ultrasound Score. Resultados expressos como mediana e intervalo interquartil (IQ25 - 75%).

paciente (5%) o motivo estava relacionado à logística do estudo. O intervalo entre as intervenções foi concluído para todos os participantes e, por fim, não houve valores faltantes no desfecho primário (com exceção dos dois participantes que não concluíram ambas as intervenções).

DISCUSSÃO

Este ensaio clínico randomizado transversal comparou o efeito do ortostatismo passivo usando uma prancha ortostática com uma postura sentada padrão na aeração

pulmonar em pacientes graves ventilados mecanicamente e não encontrou diferença entre as intervenções. Embora não tenha sido encontrada diferença entre as intervenções quanto à aeração pulmonar, não podemos descartar os benefícios ou danos decorrentes do ortostatismo passivo com o uso de uma prancha ortostática. Isso se deve à inclusão de um tamanho amostral menor do que o necessário para aceitar ou refutar nossa hipótese. Portanto, não há poder estatístico suficiente para conclusões definitivas.

Os benefícios ventilatórios do posicionamento vertical no aumento do volume pulmonar expiratório final e da oxigenação de pacientes em VMI já foram demonstrados.^(15,16) Em pacientes sedados em VMI no pós-operatório logo após a cirurgia cardíaca, a elevação da cabeceira da cama em até 30° promove melhor aeração pulmonar do que zero ou 20° de elevação.⁽¹⁷⁾ Por outro lado, a posição vertical nem sempre se mostrou melhor do que a posição horizontal para a oxigenação. Outro estudo não encontrou diferença na oxigenação pulmonar quando a posição supina foi comparada com a postura sentada por 30 minutos fora do leito por meio de transferência passiva.⁽¹⁸⁾ Mesmo quando os indivíduos em VMI são ativamente transferidos para uma poltrona e permanecem sentados por 20 minutos, a oxigenação pode não diferir daquela na posição supina.⁽¹⁹⁾ Da mesma forma, em nosso estudo, a postura sentada não beneficiou o nível de aeração pulmonar em comparação com a prancha ortostática. Isso pode ocorrer devido ao aumento da pressão intra-abdominal, que prejudica a ventilação.⁽²⁰⁾

No mesmo contexto de mobilização de pacientes em VMI e avaliação da aeração pulmonar, Hickmann et al.⁽⁵⁾ demonstraram que sentar os pacientes em uma poltrona e depois fazê-los realizar exercícios melhorou a aeração pulmonar 20 minutos após o exercício. No entanto, apenas usar a postura sentada não aumenta a aeração pulmonar. Da mesma forma, em nosso estudo, não foi possível excluir o benefício do ortostatismo passivo na aeração pulmonar. Além disso, com base em estudos anteriores, embora de forma passiva, a intervenção com prancha ortostática pode levar a um aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial média.⁽²¹⁾ Nesse sentido, uma maior ativação diafragmática aumentaria a pressão transpulmonar, levando a uma melhor redistribuição do ar no pulmão. Assim, é fundamental destacar o papel do exercício na melhora da aeração pulmonar. Por outro lado, conforme demonstrado em nosso estudo, o ortostatismo passivo aumenta o risco de um evento adverso relacionado à hipotensão postural.⁽²²⁾ Além disso, foi demonstrado que mesmo pacientes hipertensos podem desenvolver hipotensão ao realizar protocolos na prancha ortostática.⁽²³⁾

Acreditamos que os principais fatores envolvidos na inexistência de diferença na aeração pulmonar entre as posições de verticalização do tórax foram os seguintes:

primeiro, o baixo poder da presente análise, devido ao baixo número de participantes, pode estar associado ao erro do tipo II. O IC95% significativo encontrado na análise do desfecho primário não exclui um benefício do ortostatismo passivo para a aeração pulmonar. Em segundo lugar, os indivíduos apresentaram mediana de LUS de dez pontos em relação aos valores basais. Embora o LUS não tenha ponto de corte para todas as populações e situações, Soummer et al.⁽¹⁰⁾ consideraram que havia perda de aeração pulmonar quando o LUS era > 14 pontos no final do teste de respiração espontânea, o que é um bom preditor de alto risco de sofrimento após a extubação. Da mesma forma, em pacientes com perda de aeração pulmonar, um valor de LUS > 14 pontos mostrou correlação positiva com o aumento do esforço respiratório, sugerindo maior demanda do diafragma em resposta ao desrecrutamento pulmonar.⁽²⁴⁾ Outros estudos que utilizaram o LUS no processo de desmame da VMI consideraram pontuação > 15 pontos para prever o sucesso do desmame.⁽²⁵⁾ Um LUS > 17 pontos tem excelente precisão na previsão da necessidade de internação de idosos na UTI dentro de 48 horas; caso contrário, eles morrerão.⁽²⁶⁾ Assim, consideramos que os indivíduos em nosso estudo não apresentaram perda significativa de aeração pulmonar. Como resultado, eles responderam negativamente a procedimentos específicos, como o posicionamento vertical.

Foi demonstrado que ter um pequeno número de integrantes na equipe multiprofissional é uma barreira à mobilização de pacientes graves.⁽²⁷⁾ Neste estudo, ambos os protocolos de verticalização precisaram do mesmo número de profissionais para serem realizados. Foi demonstrado que mesmo as mobilizações fora do leito podem ser realizadas sem a necessidade de muitos membros da equipe.

Nosso estudo apresentou taxa de eventos adversos maior do que a relatada em grande parte da literatura.^(28,29) Entretanto, o nível motor e o tempo para o início das intervenções, uma vez iniciada a VMI, são fatores que precisam ser considerados. Por exemplo, em um estudo de Eggman et al.,⁽²⁸⁾ foram necessários 11 dias, em média, para transferir os indivíduos do grupo de intervenção para uma poltrona. Além disso, Hodgson et al.⁽³⁰⁾ mostraram que apenas 5% dos pacientes em VMI atingiram o ortostatismo com o nível máximo de mobilização. Em nosso estudo, os indivíduos participaram de protocolos com altos níveis de mobilização após 4 dias de VMI, em média. Essa heterogeneidade de procedimentos, conforme confirmado por uma metanálise,⁽³¹⁾ pode explicar as diferenças entre as taxas de eventos adversos.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a avaliar a aeração pulmonar em diferentes posições verticais usando o LUS em pacientes em VMI. Estudos que utilizam o LUS durante o posicionamento vertical em pacientes com

outro suporte de ventilação, como cânula nasal de alto fluxo (CNAF), ventilação não invasiva (VNI) ou VMI por traqueostomia, e que avaliam a necessidade de suporte ventilatório devido a causas pulmonares ou extrapulmonares podem trazer novos conhecimentos para a prática clínica.

Algumas limitações devem ser consideradas. Primeiro, pouco mais de 50% da meta amostral foi atingida; no entanto, a interrupção precoce do estudo foi necessária, devido à realidade sanitária imposta pela pandemia da COVID-19. Em segundo lugar, a avaliação não foi mascarada, e alguns avaliadores estavam envolvidos no estudo, o que pode ter levado a um viés de medição. Terceiro, além da amostra reduzida, o estudo limitou-se a dois hospitais, o que pode comprometer a validade externa em outros contextos. Quarto, o desenho do estudo pode ter levado a um efeito de transferência. Quinto, não podemos descartar alterações temporais nas condições dos pacientes, inerentes à prática clínica do ambiente de terapia intensiva.

CONCLUSÃO

Considerando os achados, nosso estudo não nos permite tirar conclusões generalizadas. Mesmo assim, especulamos que a verticalização do tórax realizada por meio da postura sentada e do ortostatismo passivo não gera alterações na aeração pulmonar, avaliada pela ultrassonografia. Ressaltamos que esses achados precisam ser confirmados por um estudo com uma amostra populacional maior.

REFERÊNCIAS

- Hayashi Y, Morisawa K, Klompas M, Jones M, Bandeshe H, Boots R, et al. Toward improved surveillance: the impact of ventilator-associated complications on length of stay and antibiotic use in patients in intensive care units. *Clin Infect Dis*. 2013;56(4):471-7.
- Melsen WG, Rovers MM, Groenwold RH, Bergmans DC, Camus C, Bauer TT, et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies. *Lancet Infect Dis*. 2013;13(8):665-71.
- 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'Étude des Neuromyopathies en Réanimation. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA*. 2002;288(22):2859-67.
- Lemyze M, Mallat J, Duhamel A, Pepy F, Gasan G, Barrailler S, et al. Effects of sitting position and applied positive end-expiratory pressure on respiratory mechanics of critically ill obese patients receiving mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2013;41(11):2592-9.
- Hickmann CE, Montecinos-Munoz NR, Castanares-Zapatero D, Arriagada-Garrido RS, Jeria-Blanco U, Gizatullin T, et al. Acute effects of sitting out of bed and exercise on lung aeration and oxygenation in critically ill subjects. *Respir Care*. 2021;66(2):253-62.
- Sarfati C, Moore A, Pilorge C, Amaru P, Mendialdua P, Rodet E, et al. Efficacy of early passive tilting in minimizing ICU-acquired weakness: A randomized controlled trial. *J Crit Care*. 2018 Aug;46:37-43.
- Toccolini BF, Osaku EF, de Macedo Costa CR, Teixeira SN, Costa NL, Cândia MF, et al. Passive orthostatism (tilt table) in critical patients: clinicophysiological evaluation. *J Crit Care*. 2015;30(3):655.e1-6.
- Chang AT, Boots RJ, Hodges PW, Thomas PJ, Paratz JD. Standing with the assistance of a tilt table improves minute ventilation in chronic critically ill patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(12):1972-6.
- Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)--a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform*. 2009;42(2):377-81.
- Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin JM, Lu Q, Roubay JJ; Lung Ultrasound Study Group. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med*. 2012;40(7):2064-72.
- Reissig A, Gramegna A, Aliberti S. The role of lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia. *Eur J Intern Med*. 2012;23(5):391-7.
- Conti G, De Blasi R, Pelaia P, Benito S, Rocco M, Antonelli M, et al. Early prediction of successful weaning during pressure support ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Crit Care Med*. 1992;20(3):366-71.
- Wan X, Wang W, Liu J, Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Med Res Methodol*. 2014;14:135.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing; 2019.
- Richard JC, Maggiore SM, Mancebo J, Lemaire F, Jonson B, Brochard L. Effects of vertical positioning on gas exchange and lung volumes in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2006;32(10):1623-6.
- Dellamonica J, Lerolle N, Sargentini C, Hubert S, Beduneau G, Di Marco F, et al. Effect of different seated positions on lung volume and oxygenation in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2013;39(6):1121-7.
- Spooner AJ, Corley A, Sharpe NA, Barnett AG, Caruana LR, Hammond NE, et al. Head-of-bed elevation improves end-expiratory lung volumes in mechanically ventilated subjects: a prospective observational study. *Respir Care*. 2014;59(10):1583-9.
- Thomas P, Paratz J, Lipman J. Seated and semi-recumbent positioning of the ventilated intensive care patient - effect on gas exchange, respiratory mechanics and hemodynamics. *Heart Lung*. 2014;43(2):105-11.
- Zafropoulos B, Alison JA, McCarren B. Physiological responses to the early mobilisation of the intubated, ventilated abdominal surgery patient. *Aust J Physiother*. 2004;50(2):95-100.
- De Keulenaer BL, De Waele JJ, Powell B, Malbrain ML. What is normal intra-abdominal pressure and how is it affected by positioning, body mass and positive end-expiratory pressure? *Intensive Care Med*. 2009;35(6):969-76.
- Bourdin G, Barbier J, Burle JF, Durante G, Passant S, Vincent B, et al. The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study. *Respir Care*. 2010;55(4):400-7.
- Chelvarajah R, Knight SL, Craggs MD, Middleton FR. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: impact on the use of standing apparatus. *NeuroRehabilitation*. 2009;24(3):237-42.
- Cicolini G, Pizzi C, Palma E, Bucci M, Schioppa F, Mezzetti A, et al. Differences in blood pressure by body position (supine, Fowler's, and sitting) in hypertensive subjects. *Am J Hypertens*. 2011;24(10):1073-9.
- Xia J, Qian CY, Yang L, Li MJ, Liu XX, Yang T, et al. Influence of lung aeration on diaphragmatic contractility during a spontaneous breathing trial: an ultrasound study. *J Intensive Care*. 2019;7:54.
- Soliman SB, Ragab F, Soliman RA, Gaber A, Kamal A. Chest ultrasound in prediction of weaning failure. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019;7(7):1143-7.
- Markarian T, Zielewski L, Perrin G, Claret PG, Loundou A, Michelet P, et al. A lung ultrasound score for early triage of elderly patients with acute dyspnea. *CJEM*. 2019;21(3):399-405.
- Dubb R, Nydahl P, Hermes C, Schwabbauer N, Toonstra A, Parker AM, et al. Barriers and strategies for early mobilization of patients in intensive care units. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(5):724-30.

28. Eggmann S, Verra ML, Luder G, Takala J, Jakob SM. Effects of early, combined endurance and resistance training in mechanically ventilated, critically ill patients: A randomised controlled trial. *PLoS One*. 2018;13(11):e0207428.
29. Brummel NE, Girard TD, Ely EW, Pandharipande PP, Morandi A, Hughes CG, et al. Feasibility and safety of early combined cognitive and physical therapy for critically ill medical and surgical patients: the Activity and Cognitive Therapy in ICU (ACT-ICU) trial. *Intensive Care Med*. 2014;40(3):370-9.
30. TEAM Study Investigators; Hodgson C, Bellomo R, Berney S, Bailey M, Buhr H, Denehy L, et al. Early mobilization and recovery in mechanically ventilated patients in the ICU: a bi-national, multi-centre, prospective cohort study. *Crit Care*. 2015;19(1):81.
31. Zhang L, Hu W, Cai Z, Liu J, Wu J, Deng Y, et al. Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(10):e0223185.