

NOTA SOBRE VENTILADORES PULMONARES

Os ventiladores pulmonares são dispositivos médicos de alta complexidade, de suporte à vida, classificados na Classe de Risco III – Alto Risco da Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa (RDC) 185/2001.

Assim, a segurança e a eficácia necessárias ao paciente passam, obrigatoriamente, pelo cumprimento das boas práticas de fabricação, incluindo ensaios e testes de verificação de projeto segundo normas técnicas internacionalmente reconhecidas e por validações de performance clínica, que delinham as indicações de uso, limitações clínicas, contraindicações entre outros requisitos primordiais para permitir o acesso seguro ao produto.

Trata-se de uma cadeia de produção, monitoramento e assistência complexa que envolve a dedicação de diversas áreas do conhecimento, iniciando-se pela concepção do projeto até o final de sua vida útil. Entende-se, assim, que a ocorrência de falhas ou o mau funcionamento do equipamento – condições que caracterizam o perigo de danos graves ou morte, visto tratar-se de dispositivo de suporte à vida - possa estar relacionada à ausência de assistência técnica ou à não manutenção adequada ao longo da sua vida útil.

A presente Nota visa elucidar à população o significado da atenção que tem sido dedicada por esta agência à regulação sanitária dos ventiladores no panorama da pandemia de Covid-19, associada a flexibilizações que visam o acesso CÉLERE e SEGURO desses dispositivos aos serviços de saúde.

SUPORTE VENTILATÓRIO MECÂNICO ARTIFICIAL

O suporte ventilatório é a estratégia de suporte à vida que se faz em condições cujo controle do próprio organismo sobre as funções ventilatórias é insuficiente. Isso pode acontecer em uma série de condições clínicas, podendo ter causas não necessariamente pulmonares, mas também causas neurológicas, neuromusculares ou metabólicas, contudo sendo as mais comumente observadas, aquelas decorrentes de comprometimento do parênquima pulmonar.

A ventilação mecânica (VM) se faz através da utilização de aparelhos que, intermitentemente, insuflam as vias respiratórias com volumes de ar (volume corrente - VT). O movimento do gás oxigênio para dentro dos pulmões ocorre devido à geração de um gradiente de pressão entre as vias aéreas superiores e o alvéolo, podendo ser conseguido por um equipamento que diminua a pressão alveolar (ventilação por pressão negativa) ou que aumente a pressão da via aérea proximal (ventilação por pressão positiva).

O deslocamento do ar ambiente para o interior dos pulmões e de lá para o exterior acontece por meio de “ventiladores pulmonares”, chamados por alguns de respiradores. O uso de tais aparelhos é frequente em unidades de saúde de atendimento de urgência e emergência e em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs).

De imediato, é importante ressaltar que:

- Existem diferentes tipos de ventiladores e nem todos estão aptos a fornecer simultaneamente suporte ventilatório mecânico não-invasivo e invasivo, ou seja, há ventiladores que só podem ser utilizados em condições de suporte ventilatório não-invasivo;
- Dentre os tipos de ventiladores mecânicos, podemos citar os ventiladores portáteis, de transporte, de uso entre diferentes unidades de saúde; os de uso doméstico (como equipamentos de suporte a pacientes com doença crônica, geralmente sob cuidados de equipes de saúde que prestam cuidados domiciliares) e os equipamentos de uso hospitalar; os ventiladores para anestesia (utilizados durante anestesia em procedimentos cirúrgicos e que operam em circuito fechado); os ventiladores para cuidado intensivo (utilizados em ambiente hospitalar, com pacientes internados e sob cuidados críticos, que dispõem de recursos avançados de ventilação, curvas e painéis demonstrativos dos parâmetros de controle).
- A depender de como o ventilador é indicado e regulado, ele influi de forma favorável ou não na ventilação e mecanismos de troca gasosa do paciente, contribuindo para a manutenção da vida ou para a degradação da sua condição clínica.

COVID-19 E SUPORTE VENTILATÓRIO

As síndromes respiratórias agudas graves (SragS ou Sars, da expressão em inglês *severe acute respiratory syndrome*) demandam com grande frequência o uso de suporte ventilatório artificial. No que diz respeito à Covid-19, estudos já publicados apontam para alguns fatos:

- 1) a alta capacidade de disseminação do vírus;
- 2) espectro clínico amplo da infecção, englobando infecção assintomática, doença leve do trato respiratório superior e pneumonia viral leve a grave com insuficiência respiratória súbita, incerta e com necessidade de medidas de controle do doente em ambientes de terapia intensiva, perfazendo um percentual considerável dos casos;
- 3) a mortalidade nesse grupo de pacientes com necessidade de ventilação mecânica em UTI;
- 4) o risco elevado de exposição e infecção de profissionais de saúde;
- 5) a necessidade de equipamentos de proteção individual não triviais nos ambientes de assistência ao paciente com Covid-19.

Em termos globais, os dados de estudos e observações da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que a gravidade do comprometimento pulmonar na Covid-19 representa grande pressão para o sistema de saúde, em que pesem especialmente, os recursos envolvendo cuidados críticos hospitalares, acentuados quando não há disponibilidade de pessoal ou recursos adequados.

As características clínicas da doença levaram as sociedades científicas mundiais a fazerem recomendações específicas para o tratamento ventilatório dos pacientes com Covid-19. Métodos ventilatórios mecânicos não-invasivos (com interfaces tipo máscaras parciais ou totais) que NÃO favoreçam a dispersão de gotículas ou partículas no ar e o controle rígido de parâmetros ventilatórios para pacientes em ventilação mecânica vêm sendo recomendados, no sentido de reduzir a lesão pulmonar, aumentar a sobrevida do paciente, reduzir a mortalidade e a contaminação de profissionais de saúde.

Nesse sentido, considerando a presente ascensão do número de casos confirmados de Covid-19 no Brasil e no mundo, algumas questões são impositivas:

- **Relacionadas aos cuidados com paciente:** equipe multiprofissional constantemente treinada quanto ao espectro clínico da doença, intervenções oportunas e com uso de equipamento de proteção individual adequado;

- **Relacionadas aos recursos materiais:** equipamentos de proteção individual (EPI) adequados, treinamento das equipes no uso de EPIs e equipamentos de suporte ao cuidado, presença de tipos de ventiladores pulmonares adequados a cada finalidade, com projeto e usabilidade habituais, com treinamento e manutenção preventiva e corretiva acessíveis. Destaca-se, no caso da Covid-19, a relevância da demanda pelo uso de ventiladores pulmonares para suporte ventilatório invasivo e prolongado, conforme apontam os dados dos estudos já disponíveis sobre o curso clínico e manejo da doença.

Assim, diante dos dados apresentados e considerando o objetivo desse documento, que trata especificamente do tema dos ventiladores pulmonares, durante a pandemia de Covid-19, reforça-se que a assistência mediante uso de ventiladores pulmonares durante a pandemia não se faz utilizando quaisquer tipos de aparelhos.

O primeiro passo na escolha de um ventilador consiste em entender as características do serviço em que será utilizado o equipamento e como a equipe médica pretende ventilar os pacientes.

A forma de ventilação deve ser escolhida conforme evidências clínicas, pela experiência da equipe, baseada em protocolos específicos e, principalmente, na fisiopatologia da lesão pulmonar que será tratada.

Em artigo publicado pelo Jornal Brasileiro de Pneumologia são sugeridas algumas questões a serem respondidas antes da aquisição de um ventilador pulmonar, dentre as quais se destacam: o perfil da população (adulta ou pediátrica), situações clínicas mais prevalentes para a utilização do ventilador, frequência com que são admitidos pacientes com síndromes respiratórias agudas graves, a necessidade de produzir altas pressões nas vias aéreas e de administrar medicamentos através de nebulizadores do equipamento, informações e dados de monitorização que o ventilador precisa fornecer para auxiliar nas decisões sobre a ventilação do paciente, quais os modos ventilatórios e parâmetros a serem monitorados e com que frequência a ventilação não-invasiva será utilizada. Somente após estas definições, é que se sugere

avaliar características particulares dos diferentes ventiladores para aquisição e uso no serviço.

Conforme o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica (1), os ventiladores mecânicos com pressão positiva são os mais utilizados. Nesses ventiladores é possível fazer ajustes importantes conforme a necessidade ventilatória:

“(...) controla-se a concentração de O_2 (FiO_2) necessária para obter-se uma taxa arterial de oxigênio (pressão parcial de oxigênio no sangue arterial- PaO_2) adequada. Controla-se ainda, a velocidade com que o ar será administrado (fluxo inspiratório - V) e também se define a forma da onda de fluxo, por exemplo, na ventilação com volume controlado: “descendente”, “quadrada” (mantém um fluxo constante durante toda a inspiração), “ascendente” ou “sinusoidal”. O número de ciclos respiratórios que os pacientes realizam em um minuto (frequência respiratória - f) será consequência do tempo inspiratório (TI), que depende do fluxo, e do tempo expiratório (TE). O TE pode ser definido tanto pelo paciente (ventilação assistida), de acordo com suas necessidades metabólicas, como através de programação prévia do aparelho (ventilação controlada). O produto da f pelo VT é o volume minuto (VE). Dessa forma, fica claro o que acontece quando fazemos ajustes no aparelho. Por exemplo, se optarmos por ventilar um paciente em volume assistido/ controlado, o que precisamos definir para o ventilador é o VT e o V e, de acordo com a resistência e a complacência do sistema respiratório do paciente, uma determinada pressão será atingida na via aérea. Se, por outro lado, trabalharmos com um ventilador que cicla em pressão, temos que calibrar o pico de pressão inspiratória (PPI) e o V , sendo o VT uma consequência dessa forma de ventilação. Esse tipo de ventilação (ciclada à pressão) que, praticamente, não é mais aplicada (...)” (1).

Considerando-se o perfil de evolução clínica dos pacientes com Covid-19 e as recomendações para o manejo desses pacientes, reforça-se que somente são úteis aos serviços de saúde, os aparelhos de ventilação cujas funcionalidades entregues sejam compatíveis com a manipulação dos pacientes nessas condições.

Ressalte-se que, embora a ventilação mecânica seja uma intervenção importante e potencialmente capaz de salvar vidas, ela pode agravar a lesão pulmonar e, inclusive, induzir a formação de novas lesões, comprometendo, assim, a vida do paciente.

SEGURANÇA DOS VENTILADORES PULMONARES

Os ventiladores pulmonares são imprescindíveis como auxiliares na mecânica ventilatória de pacientes que necessitam de assistência total ou parcial para respirar. Por meio deles se obtém pressão positiva para pacientes com insuficiência respiratória. Os ventiladores pulmonares aptos ao suporte ventilatório invasivo, regulam a pressão, o volume e o fluxo de gás, bem como a fração do oxigênio inspirado,

fornecendo gás ao paciente através de um circuito respiratório flexível. Para permitir o uso ajustados às necessidades de monitorização, os ventiladores pulmonares incorporam monitores e alarmes que alertam profissionais de saúde sobre alterações no status do paciente ou do equipamento. Eles também incluem vários recursos de segurança que podem ajudar na avaliação e recrutamento de pulmões, “desmame” do paciente, monitoramento e sincronia entre paciente e ventilador.

Apesar de sua capacidade potencial de salvar vidas, os ventiladores pulmonares também apresentam vários riscos à segurança do paciente, que podem incluir as pneumonias associadas à ventilação mecânica, lesões pulmonares induzidas por ventilador, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), edema pulmonar, embolia pulmonar, pneumotórax e infecção, incluindo sepse, os quais, uma vez envolvidos em uma cascata de eventos indesejáveis, podem contribuir para desfechos desfavoráveis durante a assistência e até mesmo o óbito. Os riscos de eventos indesejados podem estar relacionados a protocolos de cuidados respiratórios inconsistentes e mal definidos, práticas inseguras no uso do ventilador, bem como à ausência ou insuficiência de informações sobre a evolução dos parâmetros desejados para monitorização ou falhas na tecnologia do próprio ventilador, sendo que nesse último caso, nem sempre as causas dos eventos são identificadas rapidamente. Assim, preocupações de segurança relacionadas à tecnologia são tão relevantes quanto aquelas relacionadas a desconexões e problemas com alarmes. Muitos desses problemas de segurança mecânica podem ser detectados durante as verificações de rotina do ventilador desde o processo fabril até o uso.

TIPOS DE VENTILADORES PULMONARES

Os dois grandes grupos de equipamentos caracterizados como ventiladores de acordo com a Prática Recomendada pela ABNT PR 1003, de maio de 2020, são:

- 1- Ventilador pulmonar para cuidados críticos (Atende à Norma ABNT NBR ISO 80601-2-12:2014);
- 2- Ventilador pulmonar para transporte/emergência (Atende à Norma ABNT NBR ISO 10651-3:2014); e

Estes dois grandes grupos de tipos de equipamentos possuem funcionalidades, ambientes e indicações de uso, normas aplicáveis, operadores indicados e complexidades completamente distintas.

Cabe ressaltar ainda que existem ainda outros tipos de ventiladores, tais como ventiladores para suporte respiratório de uso domiciliar, ventiladores para tratamento de apneia do sono, que apresentam objetivos e usos pretendidos específicos e não são aplicáveis a ambientes hospitalares ou de cuidados críticos.

AÇÕES ADOTADAS PELA ANVISA PARA FACILITAR O ACESSO A VENTILADORES NO CONTEXTO DA COVID-19

Considerando a necessidade de aumentar a velocidade com que os ventiladores são avaliados e disponibilizados para a sociedade brasileira, a Anvisa regulamentou a flexibilização de alguns dos requisitos sanitários, conforme listados a seguir, mantendo-se como essencial a devida avaliação de riscos envolvidos na cadeia de produção, distribuição e pós-comercialização desses dispositivos.

a) Certificação de boas práticas de fabricação para regularização dos dispositivos

Em âmbito internacional, estão estabelecidos os requisitos para a fabricação de produtos para saúde, como é o caso da norma ISO 13485:2016, abarcada pela regulação brasileira por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 16/2013 da Anvisa. Países membros do Programa de Auditoria Única de Dispositivos Médicos – MDSAP, Estados Unidos, Canadá, Japão, Austrália, além do Brasil, adotam marco regulatório equivalente.

Em situações normais, a verificação das condições técnicas de fabricação das empresas e dos padrões de qualidade dos seus equipamentos médicos, ocorre durante as inspeções das equipes de vigilância sanitária, cujos relatórios de inspeção são a base para a Anvisa emitir Certificado de Boas Práticas de Fabricação.

Considerando a emergência em saúde pública ocasionada pela Covid-19, a RDC 349/2020 reconhece, para fins de regularização de ventiladores, o Certificado MDSAP ou Certificado ISO 13485:2016 da unidade responsável pela fabricação do produto em lugar do Certificado de Boas Práticas de Fabricação emitido pela Anvisa. Esta ação trouxe celeridade ao processo de regularização dos dispositivos, mantendo-se, minimamente, a necessidade de que essas empresas tenham sido certificadas por organismos reconhecidos.

b) Certificação no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (Sbac)

Conforme preconizado pela RDC 27/2011, os equipamentos eletromédicos, incluindo ventiladores, passam por certificação compulsória que deve ser realizada por um Organismo Certificador de Produto reconhecido pelo Inmetro.

Contudo, em se tratando da relevância de se prover o rápido acesso aos ventiladores projetados por diferentes fabricantes, o que poderia congestionar a demanda dos laboratórios oficiais e ocasionar grande atraso à regularização dos dispositivos, a RDC 349/2020 flexibilizou, em caráter tempestivo, a apresentação dessa certificação.

Apesar dessa flexibilização, a equipe técnica da Anvisa avalia de forma criteriosa, sob apoio de laboratórios acreditados pelo Brasil, os ensaios e testes realizados pelos fabricantes, fundamentais para a garantia da segurança elétrica, robustez e performance dos produtos.

c) Importação de ventiladores para uso por serviços de saúde

A fim de facilitar a importação dos produtos para saúde prioritários para uso em serviços para saúde, foi publicada a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 379, de 28 de abril de 2020, que altera a RDC 346, de 23 de março de 2020.

A importação dos dispositivos está limitada a ocorrer por empresas que possuam Autorização de Funcionamento de Empresa – AFE para importar Produtos para a Saúde ou por serviços de saúde devidamente regularizados. Além disso, deve ser comprovado que os dispositivos sejam comercializados e regularizados em jurisdição membro do *International Medical Device Regulators Forum* – IMDRF.

d) Importação, comercialização e doação de ventiladores usados

Para flexibilizar de forma temporária e controlada da importação de certos equipamentos médicos usados, foi publicada a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 378, de 28 de abril de 2020, que dispõe, de forma extraordinária e temporária, sobre os requisitos para a importação, comercialização e doação de ventiladores pulmonares, monitores de sinais vitais, bombas de infusão, equipamentos de oximetria e capnógrafos usados, indispensáveis em unidades de terapia intensiva, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada à Covid-19.

VENTILADORES ATUALMENTE REGISTRADOS NA ANVISA

Até 12 de maio de 2020, a Agência dispõe de 96 registros de ventiladores, fabricados por 42 empresas distintas. Desses 96 ventiladores, 71 se referem a produtos importados e 25 a produtos nacionais. Das 42 empresas fabricantes, 11 empresas estão localizadas em território nacional, enquanto 31 são estrangeiras.

Ventiladores em números:

- Número de ventiladores atualmente aprovados total: 96
- Número de ventiladores aprovados desde o início da pandemia: 18
- Número de reprovados: 13 (ainda não houve reprovação da Anvisa durante a pandemia)
- Tempo médio de análise durante pandemia: 5,87 dias

PROJETOS APROVADOS

Em um esforço conjunto para favorecer a fabricação de ventiladores com qualidade, seguros e eficientes, disponibilizando-os à população brasileira, a Anvisa tem realizado liberações extraordinárias para a fabricação de ventiladores. Até o presente momento, foram liberadas em curtíssimo espaço de tempo, as parcerias entre as empresas Magnamed/Flextronic e a parceria Leistung/Weg para a fabricação nacional de ventiladores pulmonares de forma a atender a demanda do Ministério da Saúde.

Essas parcerias visam o aproveitamento da capacidade produtiva de empresas de tecnologia, associadas à capacidade técnica das empresas detentoras dos registros dos ventiladores pulmonares, com o objetivo de suprir a demanda nacional durante a pandemia. As liberações ocorreram com a participação da Anvisa, do Inmetro e outras partes interessadas, prestando suporte técnico às empresas envolvidas, de forma a garantir que esses produtos atendam aos requisitos mínimos de segurança, qualidade e eficácia. Maiores informações podem ser obtidas no Portal da Anvisa.

PROJETOS PROMISSORES

Após o início da crise de emergência em saúde pública, três empresas nacionais já licenciadas e certificadas em Boas Práticas de Fabricação de Produtos Médicos, desenvolveram projetos de ventiladores pulmonares visando atender as normas de segurança e desempenho essenciais para ventiladores pulmonares de cuidados críticos (NBR ISO 80601-2-12). Estes projetos estão em fase de testes

laboratoriais de segurança e desempenho, e serão submetidos à Anvisa, logo que concluírem estes testes.

PROJETOS CONCEBIDOS POR RESSUSCITADORES MANUAIS (AMBU)

Apesar de divulgações na mídia de que uma gama de projetos novos de ventiladores estaria aguardando a liberação da regularização pela Anvisa, houve, até o presente momento, a apreciação da regularização de três projetos nacionais que fazem uso da compressão mecânica de um reanimador manual do tipo AMBU (do inglês *Artificial Manual Breathing Unit*). Desses projetos, todos aguardam pelo cumprimento de exigências técnicas para dar provimento ao seu uso de forma segura. É válido ressaltar que este tipo de equipamento jamais poderá ser comparado à complexidade da concepção e fabricação de um ventilador pulmonar e, deste modo, tem-se uma aplicação restrita a certos tipos de indicações clínicas para uso emergencial e transitório, que devem ser clinicamente validadas.

Reforçamos que a equipe técnica da Anvisa responsável pela avaliação dos projetos de ventiladores, bem como professores de algumas universidades, profissionais da saúde, associações médicas, de engenharia biomédica e membros de laboratórios oficiais estão em constante contato com diversas equipes de projetistas, com vistas a supri-los de suporte regulatório, técnico e clínico necessários. Por fim, frisamos que tal suporte vem sendo embasado nos critérios de segurança de normas técnicas mundialmente consagradas, a fim de se prover a inserção desses dispositivos nos serviços de saúde de forma que seu benefício supere o risco de intercorrências que possam deteriorar a condição dos pacientes.

RISCOS DOS VENTILADORES SEM ATENDIMENTO ÀS NORMAS TÉCNICAS

A aquisição pelos entes públicos ou privados de aparelhos que se apresentam como um ventilador pulmonar, equipamento este que é fabricado em conformidade com as normas técnicas aplicáveis como ABNT NBR ISO 80601-2-12:2014 e ABNT NBR ISO 10651-3:2014, quando, na verdade, se trata de outro tipo de equipamento sem as características funcionais completas de um dispositivo para cuidados críticos, pode colocar em risco a vida do paciente. As informações técnicas de cada equipamento apresentadas em suas Instruções de Uso devem ser levadas em consideração para evitar graves danos à saúde dos pacientes, além de desperdício de recursos públicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia da Covid-19 é uma condição desafiadora às sociedades e aos sistemas de saúde de todo o mundo. Além das questões relacionadas a uma doença de caráter altamente transmissível, com características fisiopatogênicas ainda não plenamente conhecidas, a ausência de terapia específica acentua o drama do enfrentamento da pandemia.

A despeito da urgência e gravidade da situação, é importante que, em meio aos esforços por permitir acesso a essas tecnologias para manutenção da vida, profissionais e autoridades não percam a base dos parâmetros técnicos recomendados

e imprescindíveis a uma assistência adequada. Em meio à pandemia, os usuários que se encontram enfermos por diferentes doenças e concorrem pelo uso do mesmo sistema de saúde, acometidos ou não pela doença responsável pela pandemia, estão sujeitos às mesmas condições de vulnerabilidade do sistema e, no caso dos pacientes com Covid-19, essas somam-se à necessidade de manejo rigoroso frente a características da doença ainda pouco definidas. Por essa razão, é imperativo que os esforços na produção em larga escala de tecnologias já disponíveis estejam concentrados em produzir bens que atendam a normas técnicas estabelecidas, com a finalidade de não apenas atender as necessidades do manejo clínico da enfermidade, mas também evitar iatrogenias, desperdícios de recursos já escassos (tempo, financeiros e profissionais), além de induzirem a erros na aquisição de equipamentos inadequados, gerando um ciclo vicioso que pode se mostrar tão deletério quanto a própria progressão das doenças.

“A evolução tecnológica dos ventiladores, ao mesmo tempo em que amplia as possibilidades de intervenção e monitoração do paciente grave em insuficiência respiratória no ambiente de uma UTI e aumenta a segurança da ventilação, traz para a equipe envolvida crescentes desafios e dificuldades em conhecer e aplicar todos esses recursos. Nem toda inovação tecnológica acompanha-se de ganho no cuidado do paciente. Muitas das novas tecnologias envolvidas nos ventiladores foram pouco estudadas e ensaios comparativos mostrando diferenças significativas são raros. Em alguns casos, a inovação pode mesmo ser deletéria quando utilizada sem o preparo adequado e a experiência necessária. Dessa forma, acreditamos que a escolha de ventiladores mecânicos para a UTI vai além da escolha de algumas características diferenciadas presentes em um ou outro protótipo. Ou seja, o preparo e treinamento da equipe têm papel fundamental, assim como o suporte e manutenção que devem ser oferecidos aos hospitais” (5).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica (III). J Bras Pneumol. 2007;33:(Supl. 2):S137-41
2. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, et al. Presenting Characteristics, Comorbidities, and Outcomes Among 5700 Patients Hospitalized With COVID-19 in the New York City Area. JAMA. Published online April 22, 2020. doi:10.1001/jama.2020.6775
3. Grasselli G, Zangrillo A, Zanella A, et al. Baseline Characteristics and Outcomes of 1591 Patients Infected With SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. JAMA. 2020;323(16):1574–1581. doi:10.1001/jama.2020.5394
4. X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study [published online ahead of print, 2020 Feb 24] [published correction appears in Lancet Respir Med. 2020 Apr;8(4):e26]. Lancet Respir Med. 2020; S2213-2600(20)30079-5. doi:10.1016/S2213-2600(20)30079-5

5. TOUFEN JUNIOR, Carlos e CARVALHO, Carlos Roberto Ribeiro de. Ventiladores mecânicos. J. bras. pneumol. [online]. 2007, vol.33, suppl.2 [citado 2020-05-03], pp.71-91. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132007000800003&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1806-3713. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000800003>.

6. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [published online ahead of print, 2020 Mar 28]. Intensive Care Med. 2020;1-34. doi:10.1007/s00134-020-06022-5

7. Williams LM, Sharma S. Ventilator Safety. [Updated 2020 Jan 30]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526044/>

8. Weissman DN, de Perio MA, Radonovich LJ. COVID-19 and Risks Posed to Personnel During Endotracheal Intubation. JAMA. Published online April 27, 2020. doi:10.1001/jama.2020.6627

9. Feldman O, Meir M, Shavit D, Idelman R, Shavit I. Exposure to a Surrogate Measure of Contamination From Simulated Patients by Emergency Department Personnel Wearing Personal Protective Equipment. JAMA. Published online April 27, 2020. doi:10.1001/jama.2020.6633