

¿QUÉ SE PUEDE HACER ANTE EL AUMENTO DE LA DEMANDA DE VENTILACIÓN MECÁNICA POR COVID-19?

David Ramirez-Moreno^{ab} <https://orcid.org/0000-0003-4706-2703>

Ximena Larrotta-Salamánca^{ab} <https://orcid.org/0000-0002-0405-217X>

Andrea Parra-Fernández^{ab} <https://orcid.org/0000-0003-0817-0154>

A: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

B: Grupo de epidemiología clínica de Colombia.

RESUMEN.

La enfermedad por el nuevo coronavirus del 2019, enfermedad producida por el virus SARS-Cov2 puede cursar con distintos niveles de gravedad e incluso los infectados pueden requerir soporte ventilatorio en unidades de cuidados intensivos. Esto implica un aumento de la carga a los sistemas de salud que podría superar su capacidad. Al ser esta una posibilidad previsible se describen a continuación posibles alternativas para aumentar los recursos humanos y materiales en situaciones de emergencia sanitaria.

PALABRAS CLAVE: COVID—19, VENTILADORES MECÁNICOS, UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS, TRIAJE

¿WHAT CAN BE DONE AT THE INCREASE OF DEMAND OF MECHANICAL VENTILATION BY COVID-19?

ABSTRACT.

The novel coronavirus disease 2019 is the disease caused by the SARS-Cov2 virus it can course with different levels of severity and those affected could require ventilator support in intensive care unit. This implies an increase of the burden of the health care systems that could surpass its capacity. We describe in this manuscript alternatives to increase the human and material resources in sanitary emergency situations.

Key words: COVID—19, Artificial RESPIRATION, SARS-COV2, INTENSIVE CARE UNITS, TRIAGE

INTRODUCCIÓN.

Los Coronavirus son virus con material genético de tipo ARN monocatenarios envueltos, pertenecientes a la familia Coronaviridae y clasificados en 4 géneros (alpha, beta, delta y gamma)(1). Se pueden encontrar en diversas especies de aves y mamíferos, incluidos los humanos, en quienes causan alteraciones a nivel respiratorio, gastrointestinal o neurológico. Actualmente se sabe de la existencia de 7 especies en quienes se ha identificado al murciélago como reservorio principal; 4 de ellas (HCoV 229E, NL63, OC43, y HKU1) previamente conocidas por generar síntomas respiratorios leves sin mayores consecuencias o resfriados comunes,

representando del 10-30% de las infecciones del tracto respiratorio superior en humanos. Sin embargo durante este siglo surgieron 2 especies conocidas por ser altamente patógenas: SARS-Cov y MERS-Cov las cuales causaron el Síndrome respiratorio agudo grave y el Síndrome Respiratorio de Oriente Medio y fueron aisladas por primera vez en China y Arabia Saudita en los años 2002 y 2013 respectivamente, en pacientes que cursaron con neumonías atípicas.

En el mes de diciembre del 2019 en la ciudad de Wuhan en la provincia de Hubei, en china se empezó a reportar un brote de neumonía atípica, el 4 de enero del 2020 el laboratorio de Shanghai detectó un coronavirus similar al virus del síndrome respiratorio agudo grave, SARS, como causante del brote(2). El 11 de marzo del 2020 la organización mundial de la salud declara que la enfermedad por el coronavirus del 2019, COVID-19, es una pandemia y es además, la primera ocasionada por un coronavirus(3). En Latinoamérica el primer caso de COVID-19 fue reportado en el estado de Sao Paulo en Brasil, para el 30 de abril del 2020 a nivel mundial son 3.2 millones los infectados, siendo el Perú el segundo país con más casos confirmados en Latinoamérica detrás de Brasil, con 36.976 casos, seguido de Ecuador, México y Chile(4)(5).

Los Coronavirus poseen proteínas de superficie indispensables para la unión a su receptor celular principal: la enzima convertidora de angiotensina humana 2 (ACE2) el cual se encuentra principalmente en el tracto respiratorio inferior; una vez ocurre la fusión con la membrana celular, el ARN es liberado al citoplasma para que posteriormente se de la replicación del virus (6–9). La transmisión de éste se da principalmente de persona a persona por medio de contacto con gotas respiratorias eliminadas por una persona infectada al momento de hablar, estornudar o toser(3).

La Pandemia de COVID-19 trajo consigo un aumento en la demanda de servicios hospitalarios secundario al colapso de los sistemas de salud, éstos se tornan insuficientes para responder al incremento repentino en los requerimientos de los usuarios. Para prever las carencias y preparar las instituciones hospitalarias, se han creado herramientas como CHIME, con la capacidad de estimar la sobredistención de servicios y sus consecuencias sobre necesidades de camas y ventiladores (10). Dentro de los parámetros a tener en cuenta se encuentran: la capacidad de los establecimientos, los implementos e insumos suficientes para llevar a cabo procedimientos, la presencia del personal capacitado suficiente y las políticas específicas para el manejo del paciente con COVID-19 desde su ingreso al centro de atención (11,12)

Australia contaba con un promedio de 9,3 camas en UCI por cada 100.000 habitantes, las cuales podrían tener un aumento máximo del 191% , acompañadas de aumento máximo en ventiladores invasivos del 120%, en personal médico del 245% y en personal de enfermería del 269% (13). En Italia se hace alusión al déficit general tanto de equipos como de talento humano, enfocándose en el personal de salud insuficiente que conduce a que no se tome en cuenta su edad (especialmente >60 años), pues se asume que deben brindar su servicio laboral así se ponga en riesgo directo a los trabajadores más experimentados y con mayor capacidad de toma de decisiones en las instituciones (14). Por todo esto describimos a continuación estrategias que podrían implementarse para poder hacer frente a la presente emergencia sanitaria ocasionada por la enfermedad causada por el nuevo coronavirus del 2019.

ALTERNATIVAS ANTE EL DÉFICIT DE PERSONAL.

La capacidad de aumento en la atención crítica depende de tres elementos fundamentales: 1. Equipos y suministros médicos; 2. Personal, profesionales de la salud capacitados en cuidado críticos; y 3. Espacio, estructura física adecuada (15).

La escases de personal en el área de cuidado crítico ante el aumento súbito en la demanda y el absentismo por parte del personal, pueden dar paso a la participación de voluntarios sin las habilidades necesarias para cuidados críticos (15,16). La mayoría de enfoques se basan en la redistribución del personal otras áreas hospitalarias; sin embargo, en algunos casos puede ser necesario recurrir al respaldo de estudiantes. *Kaiser y cols.* (17) proponen una organización inteligente para el aprovechamiento de estudiantes, empleándolos en: 1. Mantener la condición del momento, 2. Fortalecer el cuerpo médico, 3. Crear unidades de desastres, 4. Agregar estudiantes a la organización de respuesta a desastres o 5. Crear un nuevo plan que involucre a los estudiantes.

En su estudio *Lin y cols.* (18), buscaron capacitar en una sesión corta de 30 min un grupo de 31 estudiantes de medicina (la mayoría de segundo año, sin mucha experiencia clínica, 96% del total con capacitación en soporte vital básico) en la técnica de ventilación manual bolsa-válvula-máscara (BVM) para evaluar su capacidad para hacerlo bien; los resultados reportaron que el 55% de los estudiantes estarían dispuestos a colaborar si se les requiere y que todos (100%) aprobaron la lista de verificación de competencias (evaluaba: técnica, habilidad, sellado y corrección de problemas con la BVM). A partir de lo anterior se puede concluir que el potencial de los estudiantes de medicina puede llegar a ser eficiente y tener respuesta rápida para emplear la técnica BVM en una situación de baja disponibilidad de ventiladores mecánicos y terapeutas respiratorios.

También hay estudios que involucran otros profesionales de área de la salud como el de enfermería. En una revisión sistemática (19), se buscó analizar si la educación continua en enfermeras de UCI mejora los resultados de los pacientes dado que ellas son fundamentales para controlar la ventilación mecánica de los pacientes; los resultados documentaron evidencia limitada de la efectividad de los programas de educación continua sobre ventilación mecánica que involucran enfermeras dado que no hubo resultados estadísticamente significativos en relación con mortalidad y estancia en UCI. Se requiere educación continua integral, así como ensayos bien diseñados para confirmar que la educación continua integral mejora los resultados del paciente. En otro estudio a cargo de *Goldsworthy* (20) con enfermeras de UCI, se aseguró que la práctica continua con simulación basada en casos aumenta la confianza del personal, disminuye su error en la práctica y facilita su adaptación a la atención en UCI.

El manejo de paciente con ventilación mecánica es un reto y su entrenamiento puede verse muy beneficiado con el uso de simuladores que permitan abordar los principios del manejo de ventilación mecánica, que faciliten la familiarización del practicante novato con equipos clínicos reales y que hagan más fácil la adaptación al entorno hospitalario al brindar educaciones personalizada de la cabecera en paciente simulado (21).

Hanley y col (22), en 2008 plantearon en proyecto EXTREME como modelo de respuesta ante un aumento súbito de las necesidades de personal capacitado por sobrecarga de pacientes; está encaminado a la formación del profesionales del área de la salud para el cuidado del paciente ventilado brindándole la posibilidad de adquirir competencias básicas en ventilación mecánica en un tiempo total estimado en 180 minutos (90 min de entrenamiento y 90 min de validación de competencias). Las habilidades que busca brindar el modelo incluyen: Mantenimiento de la vía aérea, cuidado de la vía aérea artificial, traslado de pacientes, ventilación manual (por tubo endotraqueal o traqueotomía), manipulación del ventilador mecánico, precaución de infección, cuidado oral, monitoreo del ventilador y ventilación del paciente. La organización del comdelo puede verse en la **Gráfico 1**.

En su estudio *Abril y cols* (16), proyectan una estrategia para la oleada de necesidades en cuidado crítico de pacientes durante la pandemia por COVID-19 y en uno de sus apartados abordan las medidas a tomar por el personal que incluyen la redistribución de éste y el aporte de estudiantes voluntarios en la atención de los pacientes menos enfermos; anestesiólogos, neumólogos, emergenciólogos, internistas y cirujanos son personal capacitado que puede trabajar como extensión del cuidado intensivo bajo la supervisión del intensivista; en cuanto al personal de enfermería, son de utilidad en el cuidado crítico aquellas que han brindado atención a paciente con enfermedad aguda e inestabilidad, quemados y UCI pediátrica/neonatal. Ver **imagen 1**.

Harpen y col (23), partiendo del fuerte déficit de intensivistas disponibles para responder a la pandemia por COVID-19, apoyan el llamado a médicos capacitados de diferentes áreas para el reforzamiento del servicio de cuidados intensivos incluyendo neumólogos, anestesiólogos, hospitalarios, entre otros; también habrá escases en el resto de personal de UCI: enfermeras, farmacéuticos, terapeutas respiratorios, dificultando la prestación de servicio de alta calidad. Ante la mayor asistencia médica, la dotación que debe brindar el hospital para su protección personal, también es mayor. Ver organización planteada en el **imagen 1**.

ALTERNATIVAS DE TRIAJE EN SITUACIONES DE EMERGENCIA.

En la literatura existen ciertos criterios ya determinados para el inicio de ventilación mecánica, entre los que se incluyen mediciones de $Pao_2 < 60$ mmHg, $SP0_2 < 88\%$, $PaCO_2 > 50$ MmHg con $pH < 7.32$ (generalmente asintomático) y alteraciones neurológicas (Glasgow < 8 o disminución de 2 puntos respecto al valor inicial)(24). Sin embargo, la determinación de usarla en este momento se basa principalmente en recomendaciones hechas por expertos de los diferentes lugares donde se ha vivido la pandemia dada por COVID-19. El Grupo de Trabajo de la Sociedad China de Anestesiología sobre el Manejo de las Vías Aéreas recomienda este procedimiento en pacientes con marcada dificultad respiratoria dada por taquipnea (> 30 rpm) y pobre oxigenación determinada por una relación de PaO_2/FiO_2 menor a 150 mmHg o que no pueden mantener niveles de $SpO_2 > 90\%$ después de que se ha hecho un manejo conservador, ya sea con oxigenoterapia o ventilación no invasiva, sin presentar una adecuada respuesta clínica 1-2 horas posteriores al inicio de estas medidas; de igual forma, se deben tener en cuenta también ciertas

condiciones que obligan a intubación inmediata, tales como paro cardiorrespiratorio o una vía aérea en peligro o pérdida (25–29).

A pesar de estas indicaciones, pueden ocurrir situaciones prolongadas de calamidad o emergencias de salud pública de interés internacional tales como una pandemia que no van a permitir que se sigan a cabalidad. un buen manejo de una emergencia sanitaria como se dará si se cuenta con una previa planificación en la cual se desarrolle un algoritmo de triaje basado sólidamente en la evidencia, ética e intereses comunitarios; respecto a esto, el Comité de ética de la Asociación médica de Cuidado crítico, recomienda la participación de expertos, de miembros del comité de ética hospitalario y de miembros de la comunidad en su planificación, la cual deberá estar basada en valores éticos y morales bien definidos(30–32). Es por esto, que algunos investigadores han propuesto el generar escalas o algoritmos de elección que permitan lograr el mejor provecho de los recursos y coinciden en tomar como principal guía la probabilidad de supervivencia de cada individuo. Unos de ellos sugieren realizar la elección basados en la expectativa de vida de los pacientes a corto y largo plazo según sus comorbilidades, condición clínica y etapa del ciclo de vida en la cual se encuentren, donde cada uno recibe una puntuación y son aquellos con los puntajes más bajos quienes en primer lugar se verán beneficiados de la ventilación mecánica, previendo que serán ellos quienes tengan más probabilidad de vivir posterior a su administración (**Tabla 1**)(31). Otros plantean criterios específicos de inclusión según presencia de características clínicas que lo ameriten (**Tabla 2**) y de exclusión en quienes la probabilidad de mejoría aún con la prestación de servicios es baja, aquellos con una esperanza de vida inferior a un año o tasa de mortalidad > 90%, pacientes que han presentado paro cardiaco, traumas severos, quemaduras severas, evento neurológico severo o irreversible, prematuridad severa, malignidad metastásica, malignidad hematológica con mal pronóstico, insuficiencia de órganos con pobre pronóstico, pacientes en edades muy avanzadas, enfermedad autoinmune avanzada e irreversible y anomalías congénitas con pronóstico de vida < 1 año; recomendando la reevaluación del paciente cada 72 horas para determinar la retirada o continuación del tratamiento según su evolución clínica y reiterando en que son sugerencias, ya que no existe ninguna escala validada para definir la tasa de mortalidad o puntuación pronóstica de un paciente(32).

ALTERNATIVAS A LA VENTILACIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL.

La idea de modificar los ventiladores no es nueva, primero se trató de dar ventilación diferencial a cada pulmón para configurar las características de la ventilación según el estado de cada pulmón en un mismo paciente(33)(34). Posteriormente y a raíz de las guerras y el terrorismo se inició a plantear la necesidad de modificar los ventiladores para aumentar el acceso a ventilación mecánica en caso de una emergencia masiva(35). Se hicieron diseños conceptuales acerca de la división de un ventilador para dar soporte a dos pacientes(36). Luego Neyman hizo un modelo sencillo de replicar en medidas de emergencias para ventilar a 4 pacientes con un solo ventilador(37), el modelo sin embargo presentaba varios problemas: implicaba que para lograr las metas de volumen corriente, la compliancia pulmonar de los pacientes era idéntica, así mismo era imposible la modificación de las variables del ventilador para suplir las necesidades individuales de

cada paciente y era imposible monitorizar las variables individuales de cada sujeto, pues los valores reflejados en el ventilador eran el reflejo de los 4 sujetos en serio y no de cada uno(38). Aun así paladino y cols. Hicieron un modelo animal para probar el modelo de Neyman con 4 ovejas previamente sanas de tamaño humano adulto y demostraron como, ventilándolas con un ventilador modificado pudieron mantenerlas con vida durante 12 horas con los modos de ventilación asistida por control por volumen y presión(39). Sin embargo este modelo presentaba las mismas deficiencias que el modelo descrito por Neyman, pero además permitió definir otras: las ovejas permanecieron con bloqueo neuromuscular continuo lo que se realizó para evitar la asincronía paciente-ventilador y se evidenció la dificultad del equipo para cambiar de posición a los 4 pacientes conectados a este sistema para asegurar una ventilación más fisiológica según este modelo animal en particular(40)(41). Es importante resaltar estos aspectos particulares de la ventilación mecánica múltiple puesto que: en primer lugar el estudio ROSE no logró demostrar diferencias significativas en la mortalidad en pacientes tratados con cisatracurio a una dosis media de 38mg vs placebo, pero sí se encontró un aumento de la debilidad muscular, por lo que no se recomienda el bloqueo neuromuscular continuo en pacientes con COVID-19(42)(43) y en segundo lugar los cambios en la posición del paciente de supino a prono se recomiendan en el tratamiento de estos pacientes(44)(45), lo que se vería complicado por la configuración de este sistema. Branson realizó un modelo experimental que incluía las limitaciones que él mismo había resaltado estaban en los experimentos de Neyman y de Paladino respectivamente(38)(40). Y encontró que al modificar la compliancia de los pulmones conectados en el sistema de ventilación era imposible asegurar los volúmenes corrientes en cada pulmón y que durante la ventilación asistida con control de presión esas diferencias eran aún mayores, siendo los pulmones con menor compliancia los que recibían la mayor proporción de flujo(46). Sólo existen dos experiencias positivas reportadas en la literatura que mencionan la modificación de un ventilador para el tratamiento en múltiples humanos. La primera un modelo experimental con ventilación asistida no invasiva durante 10 minutos que mostró como era posible usar un ventilador para dar soporte a dos adultos sanos, sin embargo uno de los sujetos presento hipercapnia(47). El otro una cohorte retrospectiva que incluyo 46 gemelos, 92 recién nacidos en total, quienes fueron transportados por un servicio de emergencias neonatal por vía terrestre o aérea y que durante su transporte requirieron ventilación mecánica, dadas las circunstancias, los pacientes fueron conectados a un solo ventilador, el único disponible en el vehículo de transporte, la ventilación en todos los casos fue favorable y sus variables fisiológicas estuvieron siempre en rangos normales(48). Estos modelos demuestran como en efecto es posible la “multiventilación mecánica” pero con restricciones importantes en cuanto a las funciones del ventilador y el riesgo de lesión pulmonar y contaminación cruzada. Para atacar estas restricciones el “international working group on differential multiventilation”, un equipo multidisciplinar que incluye profesionales de distintos países europeos y estados unidos, ha propuesto un modelo (**imagen 2**), que está en desarrollo, este sofisticado modelo divide un ventilador en dos, tal y como se hipotetizaba en los primeros artículos del tema(36), sin embargo presenta numerosas modificaciones: utiliza válvulas de flujo en cada brazo de inhalación, válvulas unidireccionales en los brazos de exhalación para evitar la re-respiración, válvulas de PEEP, filtros microbiológicos y capnógrafos en cada división(49). Este es el modelo más completo descrito en la literatura, en teoría permite la modulación de los parámetros

más importantes de la ventilación mecánica en el paciente con síndrome de dificultad respiratoria, permite la monitorización de las variables de cada sujeto y reduciría la contaminación cruzada. Sin embargo es un modelo que no ha sido probado a ningún nivel experimental. Los avances en este tema son escasos y la evidencia disponible no es suficiente para recomendar su aplicación(50). Aun así, la modificación de los ventiladores mecánicos es posible y requiere materiales que se encuentran en las unidades de cuidados intensivos o se pueden construir imprimiéndolos con impresoras 3D(49)(37).

CONCLUSIÓN.

No siempre un país estará preparado para atender al gran número de pacientes en estado crítico que pueden derivarse de un hecho de este tipo, generándose circunstancias en las que la demanda excede la oferta de recursos disponibles y el sistema se ve obligado a restringir o racionar los recursos; sobre todo en lugares o entornos donde los recursos son de por sí limitados y el grado de escasez se exagera. En este momento, los prestadores de salud, en especial los médicos deben en muchos casos definir a que pacientes prestar o no servicios de cuidado crítico. Pero, es una decisión que no debería ser espontánea, ya que para el clínico puede ser difícil en los ámbitos emocional, profesional o moral. Así, se hacen necesarias nuevas estrategias de selección, entrenamiento y capacitación del personal de salud e intervenciones tecnológicas que acompañen las directrices convencionales para poder hacer frente al aumento de la ventilación en cuidados críticos como la que puede ocasionar la COVID-19.

1. Chan JFW, Kok KH, Zhu Z, Chu H, To KKW, Yuan S, et al. Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect.* 1 de enero de 2020;9(1):221-36.
2. Hubei Timeline - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center [Internet]. [citado 30 de abril de 2020]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/data/hubei-timeline>
3. Coronavirus (COVID-19) events as they happen [Internet]. [citado 30 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>
4. Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2020 [citado 30 de abril de 2020];20:533-4. Disponible en: <https://www.who.int/china/news/>
5. COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center [Internet]. [citado 30 de abril de 2020]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
6. Paules CI, Marston HD, Fauci AS. Coronavirus Infections-More Than Just the Common Cold. Vol. 323, *JAMA - Journal of the American Medical Association*. American Medical Association; 2020. p. 707-8.
7. De Wit E, Van Doremalen N, Falzarano D, Munster VJ. SARS and MERS: Recent insights into emerging coronaviruses. Vol. 14, *Nature Reviews Microbiology*. Nature Publishing Group; 2016. p. 523-34.

8. Song Z, Xu Y, Bao L, Zhang L, Yu P, Qu Y, et al. From SARS to MERS, thrusting coronaviruses into the spotlight. Vol. 11, *Viruses*. MDPI AG; 2019.
9. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med* [Internet]. 20 de febrero de 2020 [citado 18 de mayo de 2020];382(8):727-33. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2001017>
10. Weissman GE, Crane-Droesch A, Chivers C, Luong T, Hanish A, Levy MZ et al. Locally Informed Simulation to Predict Hospital Capacity Needs During the COVID-19 Pandemic. *Ann Intern Med*. 2020;
11. Carenzo L, Costantini E, Greco M, Barra FL, Rendiniello V, Mainetti M et al. Hospital surge capacity in a tertiary emergency referral centre during the COVID-19 outbreak in Italy. *Anaesthesia*. 2020;
12. Paganini M, Conti A, Weinstein E, Della Corte F RL. Translating COVID-19 Pandemic Surge Theory to Practice in the Emergency Department: How to Expand Structure. *Disaster Med Public Heal Prep*. 2020;1-10.
13. Litton E, Bucci T, Chavan S, Ho YY, Holley A, Howard G et al. Surge capacity of intensive care units in case of acute increase in demand caused by COVID-19 in Australia. *Med J Aust*. 2020;
14. Buerhaus PI, Auerbach DI SD. Older Clinicians and the Surge in Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA*. 2020;
15. Christian M, Devereaux A, Dichter J, Geiling J RL. Definitive Care for the Critically Ill During a Disaster : Current Capabilities and Limitations *. *Chest*. 2007;133(5):8S-17S.
16. Abir M, Nelson C, Chan, Edward , Al-ibrahim H, Cutter C PK, Bogart A. Critical Care Surge Response Strategies for the 2020 COVID-19 Outbreak in the United States. *RAND Heal Care*. 2020;12-4.
17. Kaiser, Heather E, Daniel J Barnett, Awori J Hayanga, Meghan E Brown and ATF. Medical students' participation in the 2009 novel H1N1 influenza vaccination administration: policy alternatives for effective student utilization to enhance surge capacity in disasters. *Disaster Med Public Health Prep*. 2011;5(2):150-3.
18. Lin J, Bhalla N KR. Training Medical Students in Bag-Valve-Mask Technique as an Alternative to Mechanical Ventilation in a Disaster Surge Setting. *Prehosp Disaster Med*. 2008;24(5):402-6.
19. Guilhermino MC, Inder KJ, Sundin D. Education on invasive mechanical ventilation involving intensive care nurses : a systematic review. *Br Assoc Crit Care Nurses*. 2018;1-11.
20. Goldsworthy S. Mechanical Ventilation Education and Transition of Critical Care Nurses into Practice. *Crit Care Nurs Clin NA*. 2016;28(4):399-412.
21. Yee J, Benner A, Hammond J, Malone B, Fuenning C, George R AR. Mechanical Ventilation Boot Camp Curriculum. *J Vis Exp*. 2018;133:e57303.

22. Hanley M BG. Mechanical Ventilation in Mass Casualty Scenarios . Augmenting Staff : Project XTREME. *Respir Care*. 2008;53(2):176-89.
23. Halpern N SK. U . S . ICU Resource Availability for COVID-19. *Soc Crit Care Med*. 2020;1-11.
24. Pérez O, Zamarrón E, Deloya E, Soriano R SS. VENTILACIÓN MECÁNICA para áreas críticas. 2019. 1-17 p.
25. Meng lingzhong, Qiu H, Wan L, Ai Y, Xue Z, Gui Q, et al. Intubation and Ventilation amid the COVID-19 outbreak. *Anesthesiology* [Internet]. 6 de marzo de 2020 [citado 21 de marzo de 2020];xxx(xxx):00-00. Disponible en: <https://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2763453>
26. Zuo M-Z, Huang Y-G, Ma W-H, Xue Z-G, Zhang J-Q, Gong Y-H, et al. Expert Recommendations for Tracheal Intubation in Critically ill Patients with Novel Coronavirus Disease 2019. *Chinese Med Sci J = Chung-kuo i hsueh k'o hsueh tsa chih* [Internet]. 27 de febrero de 2020 [citado 21 de marzo de 2020]; Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32102726>
27. Namendys-Silva S. Correspondence Respiratory support for patients with COVID-19. *lance*. 2020;2600(20):30110.
28. Beeching N, Fletcher T FR. COVID-19. *BMJ Best Pract*. 2020;1-53.
29. Wen X, Bing Z DH. Airway management of COVID-19 patients with severe pneumonia. *Chinese J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2020;55(4):1673-0860.
30. Papadimos TJ, Marcolini EG, Hadian M, Hardart GE, Ward N, Levy MM, et al. Ethics of outbreaks position statement. part 1: Therapies, treatment limitations, and duty to treat. *Crit Care Med*. 2018;46(11):1842-55.
31. Christian MD, Sprung CL, King MA, Dichter JR, Kissoon N, Devereaux A V., et al. Triage: Care of the critically ill and injured during pandemics and disasters: CHEST consensus statement. *Chest*. 1 de octubre de 2014;146:e61S-e74S.
32. Biddison ELD, Faden R, Gwon HS, Mareiniss DP. Too Many Patients . A Framework to Guide Statewide Allocation of Scarce Mechanical Ventilation During Disasters. *Chest*. 2019;155(4):848-54.
33. Powner DJ, Eross B, Grenvik A. Differential lung ventilation with PEEP in the treatment of unilateral pneumonia. *Crit Care Med* [Internet]. 1977 [citado 15 de abril de 2020];5(4):170-2. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/326483>
34. Cavanilles JM, Garrigosa F, Prieto C, Oncins JR. A selective ventilation distribution circuit (S.V.D.C). *Intensive Care Med* [Internet]. mayo de 1979 [citado 15 de abril de 2020];5(2):95-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/379088>
35. Sommer DD, Fisher JA, Ramcharan V, Marshall S, Vidic DM. Improvised automatic lung ventilation for unanticipated emergencies. *Crit Care Med* [Internet]. abril de 1994 [citado 15 de abril de 2020];22(4):705-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8143481>

36. Darowski M, Englisz M. Artificial ventilation of the lungs for emergencies. *Front Med Biol Eng* [Internet]. 2000 [citado 15 de abril de 2020];10(3):177-83. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11014679>
37. Neyman G, Irvin CB. A Single Ventilator for Multiple Simulated Patients to Meet Disaster Surge. *Acad Emerg Med* [Internet]. 1 de noviembre de 2006 [citado 15 de abril de 2020];13(11):1246-9. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1197/j.aem.2006.05.009>
38. Branson RD. A Single Ventilator for Multiple Simulated Patients to Meet Disaster Surge. *Acad Emerg Med* [Internet]. 1 de diciembre de 2006 [citado 15 de abril de 2020];13(12):1352-3. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1197/j.aem.2006.10.002>
39. Paladino L, Silverberg M, Charchafliéh JG, Eason JK, Wright BJ, Palamidessi N, et al. Increasing ventilator surge capacity in disasters: Ventilation of four adult-human-sized sheep on a single ventilator with a modified circuit. *Resuscitation*. 1 de abril de 2008;77(1):121-6.
40. Branson RD, Rubinson L. One ventilator multiple patients-What the data really supports. Vol. 79, *Resuscitation*. Elsevier; 2008. p. 171-2.
41. Paladino L, Silverberg M, Charchafliéh JG, Eason JK, Wright BJ, Palamidessi N, et al. Reply to Letter: One ventilator multiple patients-What the data really supports. Vol. 79, *Resuscitation*. Elsevier; 2008. p. 172-3.
42. Moss M, Huang DT, Brower RG, Ferguson ND, Ginde AA, Gong MN, et al. Early Neuromuscular Blockade in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* [Internet]. 23 de mayo de 2019 [citado 23 de marzo de 2020];380(21):1997-2008. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1901686>
43. World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected. [Internet]. Geneve; 2020 mar [citado 22 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected->
44. Rebellón DE, Caicedo EY, Méndez YR. Recomendaciones para el abordaje de pacientes con COVID-19 en Boyacá . 1.ª ed. Numpaque AM, editor. Vol. 1. Tunja: Búhos Editores Ltda.; 2020. 143-160 p.
45. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* [Internet]. 6 de junio de 2013 [citado 15 de abril de 2020];368(23):2159-68. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1214103>
46. Branson RD, Blakeman TC, Robinson BRH, Johannigman JA. Use of a single ventilator to support 4 patients: Laboratory evaluation of a limited concept. *Respir Care*. 1 de marzo de 2012;57(3):399-403.
47. Smith R, Brown JM. Simultaneous ventilation of two healthy subjects with a single ventilator. *Resuscitation*. 1 de septiembre de 2009;80(9):1087.
48. Bellini C, Risso FM, Serveli S, Natalizia AR, Ramenghi LA. Simultaneous transport of twin

newborns. *Air Med J.* 1 de noviembre de 2013;32(6):334-7.

49. International working group on differential multiventilation. *Differential Multiventilation Guide – An international, open source collaboration effort to find better ways of connecting a multiple patients to a single ventilator* [Internet]. 2020 [citado 15 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.differentialmultivent.org/>
50. Clarke AL, Stephens AF, Liao S, Byrne TJ, Gregory SD. Coping with COVID-19: ventilator splitting with differential driving pressures using standard hospital equipment. *Anaesthesia* [Internet]. 9 de abril de 2020 [citado 15 de abril de 2020]; Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/anae.15078>

Imagen 1. Modelos de distribución del personal en caso de sobrecarga y desbordamiento.

Tomados y adaptados de las referencias (16,22,23)

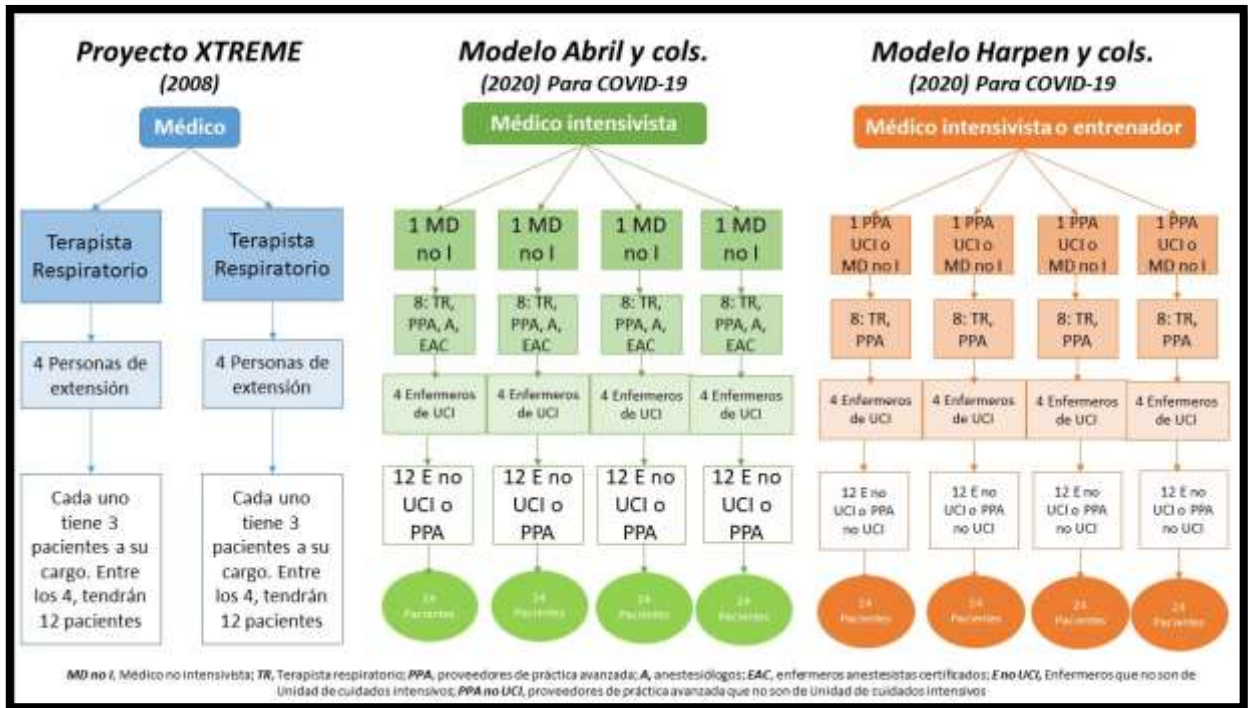


Imagen 2

Reproducida y modificado con autorización de el "international working group on differential multiventilation". Representa la modificación de un ventilador común para convertirlo en un "multiventilador diferencial".

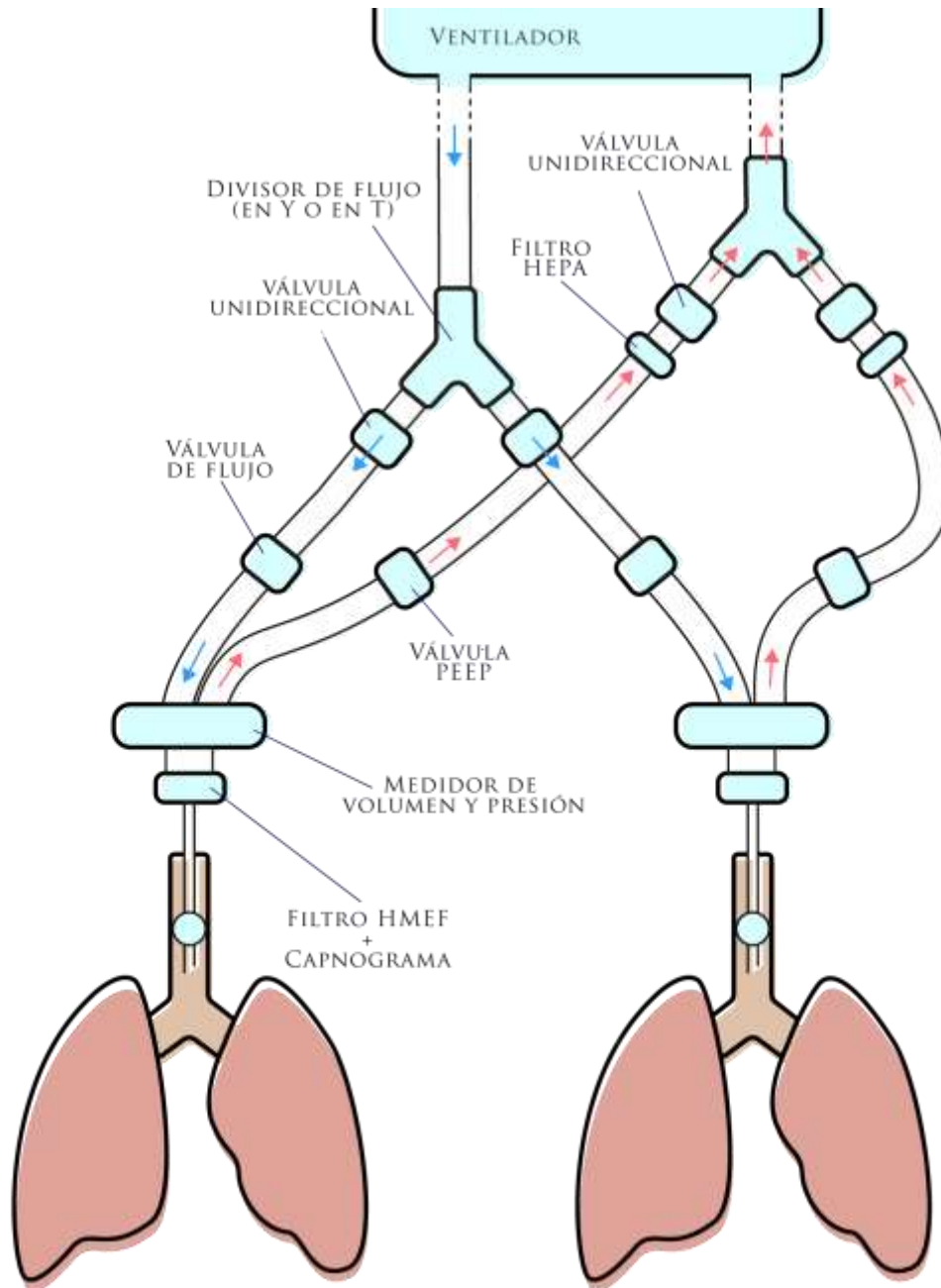


Tabla 1

Principio	Especificación	Puntuación			
		1	2	3	4
Pronóstico supervivencia a corto plazo	Adultos (SOFA) o pediatría (PELOD-2)	SOFA \leq 8	SOFA 9-11	SOFA 12-14	SOFA $>$ 14
		PELOD-2 \leq 12	PELOD-2 12-13	PELOD-2 14-16	PELOD-2 \geq 17
Pronóstico supervivencia a largo plazo	Evaluación de comorbilidades	-	-	Condiciones severas con pronóstico de vida $<$ 1 año	-
Consideración secundaria					
Consideraciones ciclo de vida	Priorice a quien ha pasado por menos etapas de la vida según su edad	0-49 años	50-69 años	70-84 años	\geq 85 años

Tabla 2.

Variable	Criterio de inclusión para ingreso a UCI
Necesidad de soporte ventilatorio invasivo	Hipoxemia refractaria ($SpO_2 < 90\%$ o mascarilla $FiO_2 > 0.85$), Acidosis respiratoria con $pH < 7.2$, evidencia clínica de falla respiratoria, inhabilidad para mantener vía aérea
Hipotensión	$PAS < 90$ mmHg en adultos o hipotensión relativa con evidencia clínica de shock en todas las edades refractaria a resucitación con líquidos y necesitando soporte vasopresor/inotrópico