

Asociación de la carga y la demanda de pacientes de la unidad de cuidados intensivos con las tasas de mortalidad, en los hospitales del Departamento de Asuntos de Veteranos de Estados Unidos, durante la pandemia de COVID-19

Dawn M. Bravata, MD; Anthony J. Perkins, MS; Laura J. Myers, PhD; Greg Arling, PhD; Ying Zhang, PhD; Alan J. Zillich, PharmD; Lindsey Reese, MD; Andrew Dysangco, MD, Rajiv Agarwal, MD; Jennifer Myers, MSW; Charles Austin, MDiv; Ali Sexson, MBA; Samuel J. Leonard, MS; Sharmistha Dev, MD; Salomeh Keyhani, MD, MPH

Precision Monitoring to Transform Care Quality Enhancement Research Initiative, Health Services Research and Development, Department of Veterans Affairs, Indianapolis, Indiana

JAMA Network, [doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.34266](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.34266), 19 de enero, 2021.

Resumen

IMPORTANCIA. Aunque la presión sobre la capacidad hospitalaria se ha asociado con un aumento de la mortalidad en entornos no pandémicos, se necesitan estudios para examinar la asociación entre la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), la capacidad de cuidados intensivos y la mortalidad.

OBJETIVO. Examinar si la mortalidad por COVID-19 se asoció con la carga de la unidad de cuidados intensivos para COVID-19 (UCI).

DISEÑO, ENTORNO Y PARTICIPANTES. Este estudio de cohorte se realizó entre veteranos con COVID-19, confirmado por PCR o pruebas de antígenos en el laboratorio, desde marzo hasta agosto de 2020, atendidos en cualquier hospital del Departamento de Asuntos de Veteranos (VA) con 10 o más pacientes con COVID-19 en la UCI. El período de seguimiento fue hasta noviembre de 2020. Los datos fueron analizados de marzo a noviembre de 2020.

EXPOSICIONES. Recibir tratamiento para COVID-19 en la UCI durante un período de aumento la carga del COVID-19 en la UCI, con carga definida como el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la estancia hospitalaria dividida por el número de camas de UCI en ese centro, o aumento de la demanda de UCI de COVID-19, con demanda definida como el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la estadía del paciente dividido por el número máximo de pacientes con COVID-19 en la UCI.

PRINCIPALES RESULTADOS Y MEDIDAS. La mortalidad por todas las causas se registró 30 días después del alta del hospital.

RESULTADOS. Entre 8516 pacientes con COVID-19 ingresados en 88 hospitales de VA, 8014 (94,1%) eran hombres y la edad media (DE) fue de 67,9 (14,2) años. La mortalidad varió con el tiempo, con 218 de 954 pacientes (22,9%) murieron en marzo, 399 de 1594 pacientes (25,0%) murieron en abril, 143 de 920 pacientes (15,5%) murieron en mayo, 179 de 1314 pacientes (13,6%) fallecieron en junio, 297 de 2373 pacientes (12,5%) fallecieron en julio y 174 de 1361 (12,8%) pacientes fallecidos en agosto ($p < 0,001$). Los pacientes con COVID-19 que fueron tratados en la UCI durante los períodos de mayor demanda de COVID-19 en la UCI, tenían un mayor riesgo de mortalidad en comparación con los pacientes tratados durante períodos de baja demanda de COVID-19 en la UCI (es decir, demanda del 25%); la razón de riesgo ajustada

para la mortalidad por todas las causas fue de 0,99 (IC del 95%, 0,81-1,22; P = 0,93) para los pacientes tratados cuando la demanda de COVID-19 en la UCI fue de más del 25% al 50%, 1,19 (IC del 95%, 0,95-1,48; p = 0,13) cuando la demanda de la UCI de COVID-19 fue de más del 50% al 75% y 1,94 (IC del 95%, 1,46-2,59; P <0,001) cuando la demanda de la UCI COVID-19 fue de más del 75% al 100%. No se observó asociación entre la demanda de UCI de COVID-19 y la mortalidad en pacientes con COVID-19 que no estaban en la UCI. La asociación entre la carga de la UCI COVID-19 y la mortalidad no fue constante a lo largo del tiempo (es decir, temprano frente a tarde en la pandemia).

CONCLUSIONES Y RELEVANCIA. Este estudio de cohorte encontró que, aunque las aumentó la capacidad de las UCI durante la pandemia, las presiones sobre la capacidad de cuidados críticos se asociaron con un aumento de la mortalidad en UCI por COVID-19. El seguimiento de la demanda de la UCI de COVID-19 puede ser útil para los administradores del hospital y para los funcionarios de salud, mientras coordinan las admisiones de COVID-19 en los hospitales para optimizar los resultados de los pacientes con esta enfermedad.

Puntos clave

Pregunta. ¿Está la mayor carga de la Unidad de cuidados intensivos de COVID-19 (UCI) asociada con un aumento en la mortalidad por COVID-19?

Hallazgos. En este estudio de cohorte de 8516 pacientes con COVID-19 ingresados en 88 Hospitales de Asuntos de Veteranos de Estados Unidos, las presiones en la capacidad de cuidados críticos se asociaron con aumento de la mortalidad por COVID-19. Entre los pacientes con COVID-19, aquellos tratados en la UCI durante los períodos de pico la demanda de la UCI de COVID-19, tuvieron un riesgo de morir 2 veces mayor en comparación con los tratados durante períodos de baja demanda.

Significado. Estos hallazgos sugieren que los funcionarios de salud pública y los administradores de hospitales deben considerar intervenciones para reducir la demanda de la UCI COVID-19 para mejorar la supervivencia entre los pacientes con COVID-19 en la misma.

Introducción

Las intervenciones de las políticas de salud (por ejemplo, distanciamiento social) implementadas para evitar sobrecargar los sistemas de atención médica se han asociado con una reducción de la hospitalización por COVID-19.^{1,2} La tensión de la capacidad hospitalaria resultante del aumento del volumen de pacientes o la gravedad de la enfermedad se asoció con una mayor mortalidad en entornos no pandémicos.³ La asociación entre la tensión y la mortalidad de los cuidados intensivos de COVID-19 no se han examinado. El objetivo de este estudio fue examinar las asociaciones entre 2 medidas de tensión en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y la mortalidad, entre los pacientes con COVID-19, que fueron admitidos en instalaciones del Departamento de Asuntos de Veteranos (VA).

Métodos

Este estudio de cohorte fue aprobado por junta la revisión institucional de la Facultad de Medicina de la Universidad de Indiana y el comité de investigación y desarrollo de VA en Richard L. Roudebush VA Medical Center. Este fue un estudio observacional sin ningún contacto directo con el paciente y se consideró de mínimo riesgo; por lo tanto, se obtuvo una renuncia al consentimiento informado. Este estudio se adhiere las directrices de STROBE.

Este estudio de cohorte observacional incluyó pacientes con resultados de PCR o pruebas de antígenos positivos para el SARS-CoV-2, desde el 1 de marzo al 31 de agosto de 2020. Incluimos pacientes ingresados en un hospital de VA que tenía 10 o más pacientes con COVID-19 en la UCI durante el período de estudio. Se excluyeron los pacientes cuya fecha de prueba del SARS-CoV-2 fue más de 2 días después de la admisión. Seguimiento se extendió hasta el 1 de noviembre de 2020.

Fueron incluidos datos del VA Corporate DataWarehouse (CDW), incluidos datos de archivo de pacientes hospitalizados y ambulatorios de los 2 años antes del diagnóstico de COVID-19 del paciente hasta el día de la admisión, utilizados para identificar condiciones comórbidas, raza / etnia, uso de atención médica, procedimientos recibidos, constantes vitales y datos de laboratorio.^{4,5} Las fechas de defunción se obtuvieron del CDW, VA Archivo de estado vital y registro de salud electrónico del paciente.⁶ La fisiología aguda modificada, edad, crónica

La puntuación de Acute Physiology, Age, Chronic Health Evaluation (APACHE) III⁷ se calculó en el momento del ingreso hospitalario, como medida de la gravedad de la enfermedad. El número de camas de la UCI se obtuvo de VA Bed Management Solution Initiative. El número de camas de UCI por centro describió la capacidad de la UCI prepandémica, no los aumentos en la capacidad de las instalaciones que pudieron haberse implementado durante la pandemia del COVID-19. La complejidad describió el nivel de servicios prestados en una instalación de VA, categorizados como 1a, 1b, 1c, 2 o 3, siendo el nivel 1a el más complejo y el nivel 3 el menos complejo. La complejidad de la instalación incluyó el nivel de UCI, el nivel de complejidad operativa, la clasificación clínica del paciente, características del estado de enseñanza, la cantidad de fondos de investigación, los procedimientos clínicos complejos proporcionados (por ejemplo, cateterismo invasivo, neurocirugía y trasplante), ruralidad, atención en la comunidad y programas de salud mental proporcionados. El resultado primario fue la mortalidad por todas las causas. Los pacientes fueron seguidos durante 30 días después del alta.

Medidas de tensión sobre la UCI COVID-19

Este estudio incluyó 2 medidas de tensión sobre la unidad de cuidados intensivos COVID-19: carga de la UCI y demanda de la UCI; La **figura 1** muestra cómo estas medidas varían con el tiempo dentro de una instalación de ejemplo. La carga de la UCI COVID-19 se describió cómo el número de casos de pacientes con COVID-19 en la UCI en comparación con el número típico de camas de la UCI con que cuenta cada instalación. La carga de la UCI de COVID-19 se calculó a nivel de pacientes como el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la estancia hospitalaria del paciente, dividido por el número de camas de UCI en esa instalación. El número de camas de UCI en cada centro fue un número fijo. La carga de la UCI COVID-19 incluyó solo el número de pacientes con COVID-19 en la UCI, excluyendo a los pacientes con otras enfermedades críticas. La carga de la UCI de COVID-19 osciló entre 0% y más del 100%;

superó el 100% si el hospital aumentó la capacidad de camas de cuidados intensivos durante la pandemia (p. ej., al convertir laboratorio de sueño en una UCI), si esas camas estaban ocupadas por pacientes con COVID-19.

La población de pacientes con COVID-19 en la UCI varió a lo largo del tiempo, con tasas de prevalencia máxima que ocurrieron temprano (por ejemplo, marzo) en algunos hospitales y más tarde (por ejemplo, julio) en otros hospitales. La demanda de la UCI de COVID-19, describió el número de casos de pacientes con COVID-19 en la UCI cuando un paciente se trató, en comparación con la carga máxima de casos de la UCI de COVID-19. Se calculó a nivel de paciente como el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la estancia del paciente, dividido por el máximo número de pacientes con COVID-19 en la UCI en ese centro durante el período de estudio. La demanda de la UCI COVID-19 osciló entre 0% y 100%.

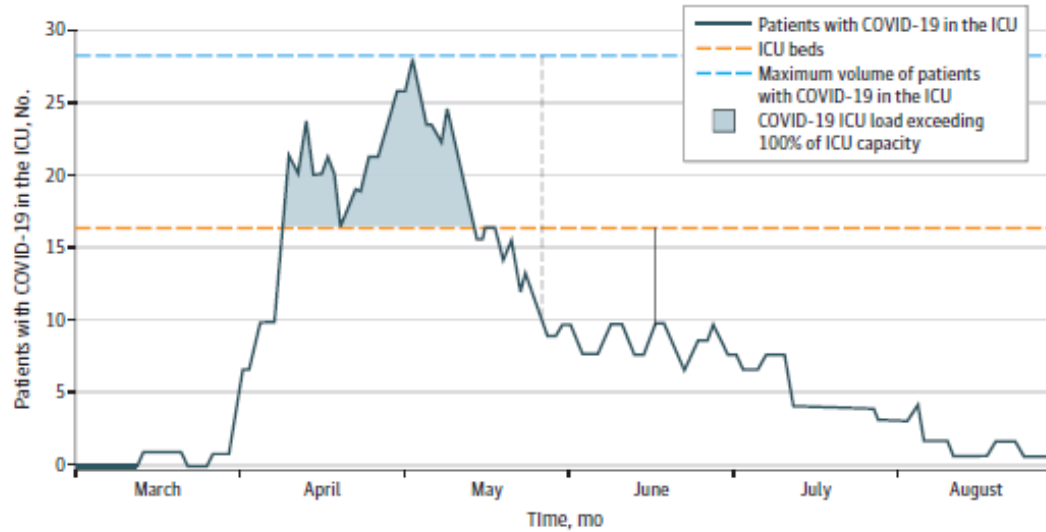
Por ejemplo, si un hospital tenía 60 camas de UCI antes de la pandemia y el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la estancia de un paciente fue de 20, entonces la carga de la UCI de COVID-19 fue 20 dividido por 60, o 33%. Si en esa misma instalación el pico de aumento incluyó a 20 pacientes con COVID-19 en la UCI y un paciente fue tratado durante el período en que la media del número de pacientes con COVID-19 en la UCI era 20, entonces la demanda de la UCI de COVID-19 sería 20 dividido por 20, o 100%.

Análisis estadístico

Describimos las diferencias en el tiempo en las características basales y la mortalidad entre los pacientes hospitalizados con COVID-19 usando pruebas de suma de rangos de X^2 y Wilcoxon. Usamos modelos de riesgo proporcional de Cox para analizar el tiempo en días desde la admisión hasta la muerte, ya sea en el hospital o dentro de los 30 días posteriores al alta, entre los pacientes que ingresaron en el hospital (en general, en la sala general y en la UCI).

Los pacientes que todavía estaban en el hospital o fuera del hospital y con vida a los 30 días después del alta fueron tratados como observaciones censuradas. Incluimos un efecto aleatorio para que la instalación tenga en cuenta la correlación de mortalidad entre pacientes de un mismo hospital. Los análisis se realizaron utilizando SAS Software estadístico Enterprise Guide versión 7.11 (SAS Institute). Los valores de p fueron bilaterales y la significancia estadística se fijó en $p < 0,05$. Los datos se analizaron de marzo a noviembre de 2020.

Figure 1. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Intensive Care Unit (ICU) Load and Demand at an Example Facility



La línea vertical sólida negra con flechas indica los números en 1 punto de tiempo utilizados para calcular la carga de la UCI COVID-19, definida como el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la hospitalización de un paciente dividido por el número de camas de UCI. La línea vertical punteada negra indica los números en 1 punto de tiempo utilizados para calcular la demanda de COVID-19, definida como el número medio de pacientes con COVID-19 en la UCI durante la estancia hospitalaria del paciente, dividida por el máximo número de pacientes con COVID-19 en la UCI, durante el período de estudio. Los resultados sugieren que el riesgo de la mortalidad sería más alto si la estadía de un paciente con COVID-19 fue durante el pico de demanda de la UCI y si el número de casos de la UCI se acercó o superó la capacidad de camas de la UCI.

Resultados

La cohorte incluyó a 8.516 pacientes con COVID-19 ingresados en 88 hospitales de AV (**figura 2**); 8014 (94,1%) eran hombres y la edad media (DE) fue de 67,9 (14,2) años. La mortalidad observada fue 218 de 954 pacientes (22,9%) en marzo. Aumentó a 399 de 1594 pacientes (25,0%) en abril, luego disminuyó a 143 de 920 pacientes (15,5%) en mayo, estabilizándose en 179 de 1314 pacientes (13,6%) en junio, 297 de 2373 pacientes (12,5%) en julio y 174 de 1361 pacientes (12,8%) en agosto ($p < 0,001$) (**tabla 1**). La proporción de pacientes de 75 años o más fluctuó con el tiempo; 223 pacientes (23,4%) estaban en este grupo de edad en marzo, aumentando a 534 pacientes (33,5%) en abril y 311 pacientes (33,8%) en mayo, disminuyendo a 333 pacientes (25,3%) en junio y 637 pacientes (26,8%) en julio, y luego aumentando nuevamente a 435 pacientes (32,0%) en agosto ($p < 0,001$). La proporción de pacientes que recibieron atención en las salas generales aumentó después de los primeros meses de la pandemia (marzo: 527 pacientes [55,2%]; abril: 965 pacientes [60,5%]; mayo: 546 pacientes [59,3%]; junio: 829 pacientes [63,1%]; julio de 1603 pacientes [67,6%]; y agosto: 903 pacientes [66,3%]; $P < 0,001$). La carga y demanda de la UCI COVID-19 cambió con el tiempo. La proporción de pacientes con COVID-19 tratados durante períodos de baja carga de la UCI COVID-19 (es decir, 25%) aumentó con el tiempo, con 487 pacientes (51,0%) en marzo, 952 pacientes (59,7%) en abril, 785 pacientes (85,3%) en mayo, 1170 pacientes (89,0%) en junio, 1923 pacientes (81,0%) en julio, y 1250 pacientes (91,8%) en agosto ($p < 0,001$). De manera similar, la proporción de pacientes con COVID-19 tratados durante los períodos de carga

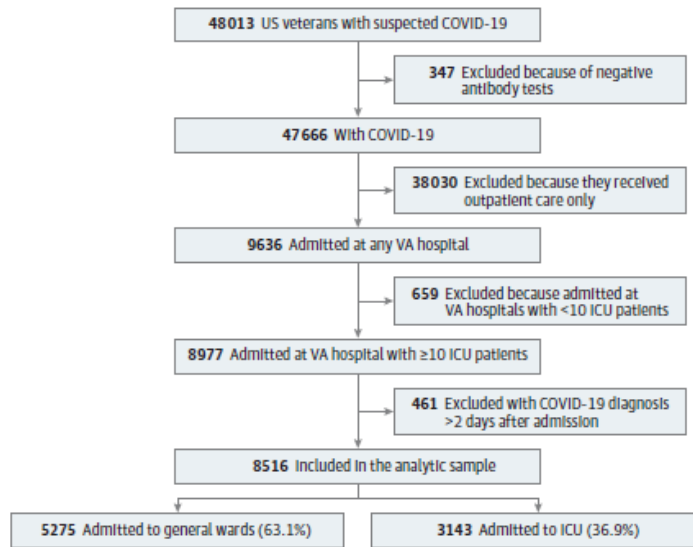
máxima de COVID-19 en la UCI (es decir, > 100%) disminuyó de 60 pacientes (6,3%) en marzo a 18 pacientes (1,1%) en abril, a 0 pacientes de mayo a agosto. La proporción de pacientes con COVID-19 tratado durante los períodos de alta demanda de COVID-19 en UCI (es decir, > 75%) disminuyó durante los primeros 3 meses de la pandemia, con 233 pacientes (24,4%) en marzo, 322 pacientes (20,2%) en abril, y 44 pacientes (4,8%) en mayo; aumentó a 142 pacientes (10,8%) en junio y 413 pacientes (17,4%) en julio; luego disminuyó a 79 pacientes (5,8%) en agosto ($p < 0,001$) (tabla 1).

Los pacientes con COVID-19 en la UCI tratados durante una carga alta de COVID-19 en la misma tenían un mayor riesgo de morir. La **Tabla 2** proporciona los resultados no ajustados y la **Tabla 3** muestra las razones de riesgo ajustadas (HRs). Comparado con los pacientes con COVID-19 en la UCI tratados durante períodos de baja carga de la UCI COVID-19 (es decir, 25%), el HR ajustado para la mortalidad por todas las causas fue de 1,10 (IC del 95%, 0,88-1,37) para los pacientes tratados durante los períodos en los que la carga de la UCI de COVID-19 fue superior al 25% al 50%, 1,15 (IC del 95%, 0,81-1,64) cuando la carga de la UCI de COVID-19 era superior al 50% al 75%, 1,67 (IC del 95%, 1,08-2,60) cuando la carga de la UCI de COVID-19 fue mayor del 75% al 100% y 2,35 (IC del 95%, 1,25-4,39) cuando la carga de la UCI de COVID-19 la carga fue del 100% o más ($p = 0,049$). La asociación entre la carga de la UCI de COVID-19 y la mortalidad entre los pacientes tratados en la sala general fue estadísticamente significativa pero no formó un gradiente monótono degradado; el HR ajustado para la mortalidad por todas las causas fue de 1,30 (IC del 95%, 0,92-1,84) para los pacientes tratados durante los períodos en los que la carga de la UCI de COVID-19 fue superior al 25% al 50%, 0,74 (IC del 95%, 0,42-1,32) cuando la carga de la UCI de COVID-19 era superior al 50% al 75%, 1,90 (IC del 95%, 0,98-3,65) cuando la carga de la UCI de COVID-19 fue mayor del 75% al 100% y 1,14 (IC del 95%, 0,29-4,49) cuando la carga de la UCI de COVID-19 fue 100% o más ($p = 0,04$).

Comparado con pacientes con COVID-19 en la UCI tratados durante períodos de baja demanda de la UCI COVID-19 (es decir, 25%), el HR ajustado para la mortalidad por todas las causas fue 0,99 (IC del 95%, 0,81-1,22; $p = 0,93$) para pacientes tratados durante períodos en los que la demanda de la UCI de COVID-19 fue superior al 25% al 50%, 1,19 (IC del 95%, 0,95-1,48 $p = 0,13$) cuando la demanda de la UCI de COVID-19 fue superior al 50% al 75% y 1,94 (95% CI, 1,46-2,59; $P < 0,001$) cuando la demanda de la UCI de COVID-19 era superior al 75% al 100%.

Se observó una asociación no estadísticamente significativa entre la demanda de UCI de COVID-19 y la mortalidad entre los pacientes con COVID-19 que no estaban en la UCI. La tabla electrónica en el Suplemento proporciona los HR ajustados para las 2 medidas de la carga de la UCI de COVID-19 al principio de la pandemia (es decir, marzo-mayo de 2020) y más tarde en la pandemia (es decir, junio-agosto de 2020), y estos datos son consistentes con los hallazgos generales del estudio.

Figure 2. Patient Flow Diagram



The figure displays the relative proportion of veterans with coronavirus disease 2019 (COVID-19) who were cared for in the general ward and intensive care unit (ICU).

Table 1. Baseline Characteristics and Mortality Over Time

Characteristic, No. (%)	Patients with COVID-19 by test date, No. (%)						P value
	March (n = 954)	April (n = 1594)	May (n = 920)	June (n = 1314)	July (n = 2373)	August (n = 1361)	
Age, y							
<65	412 (43.2)	499 (31.3)	275 (29.9)	564 (42.9)	952 (40.1)	472 (34.7)	<.001
65-74	319 (33.4)	561 (35.2)	334 (36.3)	417 (31.7)	784 (33.0)	454 (33.4)	
75-84	147 (15.4)	306 (19.2)	173 (18.8)	207 (15.8)	410 (17.3)	269 (19.8)	
≥85	76 (8.0)	228 (14.3)	138 (15.0)	126 (9.6)	227 (9.6)	166 (12.2)	
Men	907 (95.1)	1518 (95.2)	872 (94.8)	1216 (92.5)	2228 (93.9)	1273 (93.5)	.03
Race/ethnicity							
African American	591 (61.9)	822 (51.6)	402 (43.7)	504 (38.4)	887 (37.4)	458 (33.7)	<.001
Other or unknown ^a	54 (5.7)	88 (5.5)	62 (6.7)	115 (8.8)	199 (8.4)	116 (8.5)	
White	309 (32.4)	684 (42.9)	456 (49.6)	695 (52.9)	1287 (54.2)	787 (57.8)	
Primary care visit in prior 2 y	912 (95.6)	1479 (92.8)	834 (90.7)	1254 (95.4)	2243 (94.5)	1256 (92.3)	<.001
COVID-19 ICU load ^b							
≤25%	487 (51.0)	952 (59.7)	785 (85.3)	1170 (89.0)	1923 (81.0)	1250 (91.8)	<.001
>25% to 50%	141 (14.8)	305 (19.1)	77 (8.4)	126 (9.6)	443 (18.7)	106 (7.8)	
>50% to 75%	178 (18.7)	181 (11.4)	53 (5.8)	17 (1.3)	7 (0.3)	5 (0.4)	
>75% to 100%	88 (9.2)	138 (8.7)	5 (0.5)	1 (0.1)	0	0	
>100%	60 (6.3)	18 (1.1)	0	0	0	0	
COVID-19 ICU demand ^c							
≤25%	241 (25.3)	336 (21.1)	381 (41.4)	472 (35.9)	516 (21.7)	542 (39.8)	<.001
>25% to 50%	219 (23.0)	466 (29.2)	307 (33.4)	434 (33.0)	772 (32.5)	498 (36.6)	
>50% to 75%	261 (27.4)	470 (29.5)	188 (20.4)	266 (20.2)	672 (28.3)	242 (17.8)	
>75%	233 (24.4)	322 (20.2)	44 (4.8)	142 (10.8)	413 (17.4)	79 (5.8)	
Hypertension	727 (76.2)	1272 (79.8)	706 (76.7)	970 (73.8)	1774 (74.8)	1023 (75.2)	.002
Atrial fibrillation	127 (13.3)	302 (18.9)	174 (18.9)	191 (14.5)	362 (15.3)	231 (17.0)	<.001
Smoking history							
Never	336 (35.2)	449 (28.2)	248 (27.0)	480 (36.5)	780 (32.9)	442 (32.5)	<.001
Current	89 (9.3)	213 (13.4)	128 (13.9)	164 (12.5)	346 (14.6)	204 (15.0)	
Former	420 (44.0)	661 (41.5)	364 (39.6)	546 (41.6)	1006 (42.4)	532 (39.1)	
Unknown	109 (11.4)	271 (17.0)	180 (19.6)	124 (9.4)	241 (10.2)	183 (13.4)	
BMI							
<25 (reference)	193 (20.2)	451 (28.3)	274 (29.8)	307 (23.4)	555 (23.4)	328 (24.1)	<.001
25-29	271 (28.4)	481 (30.2)	278 (30.2)	405 (30.8)	702 (29.6)	416 (30.6)	
30-34	260 (27.3)	339 (21.3)	194 (21.1)	315 (24.0)	573 (24.1)	323 (23.7)	
≥35	218 (22.9)	300 (18.8)	146 (15.9)	267 (20.3)	513 (21.6)	265 (19.5)	
Missing data	12 (1.3)	23 (1.4)	28 (3.0)	20 (1.5)	30 (1.3)	29 (2.1)	

Place of treatment							
General ward	527 (55.2)	965 (60.5)	546 (59.3)	829 (63.1)	1603 (67.6)	903 (66.3)	
ICU							
No ventilation	195 (20.4)	367 (23.0)	251 (27.3)	346 (26.3)	536 (22.6)	341 (25.1)	<.001
Mechanical ventilation	232 (24.3)	262 (16.4)	123 (13.4)	139 (10.6)	234 (9.9)	117 (8.6)	
APACHE score, median (IQR) ^d	12 (6-21)	13 (6-22)	12 (5-20)	10 (4-17)	10 (4-19)	10 (4-18)	<.001
Charlson comorbidity index, median (IQR) ^e	3 (1-6)	3 (1-6)	3 (1-6)	2 (1-5)	3 (1-5)	3 (1-5)	<.001
Died	218 (22.9)	399 (25.0)	143 (15.5)	179 (13.6)	297 (12.5)	174 (12.8)	<.001

Abbreviations: APACHE, Acute Physiology, Age, Chronic Health Evaluation; BMI, body mass index (calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared); COVID-19, coronavirus disease 2019; ICU, intensive care unit; IQR, interquartile range.

^a Other includes Hispanic or Latino, Asian, Native Hawaiian or other Pacific Islander, American Indian or Alaskan Native, or other race/ethnicity.

^b Calculated as mean No. of patients with COVID-19 in the ICU during stay divided by No. of ICU beds.

^c Calculated as mean No. of patients with COVID-19 in the ICU during stay divided by maximum No. of patients with COVID-19 in the ICU.

^d A physiologic measure in which increasing scores indicate worse health. This score includes laboratory data (eg, white blood cell count) as well as vital signs (eg, oxygenation and blood pressure).

^e A measure of medical comorbidity in which increasing values indicate a greater comorbidity burden.

Table 2. Unadjusted Mortality by COVID-19 ICU Strain Metrics

ICU strain at patient level	COVID-19 mortality through 30 d postdischarge, No./total No. (%)		
	Overall	General ward only	ICU
COVID-19 ICU load^a			
≤25%	950/6567 (14.5)	313/4303 (7.3)	637/2264 (28.1)
>25% to 50%	259/1198 (21.6)	75/662 (11.3)	184/536 (34.3)
>50% to 75%	96/441 (21.8)	22/233 (9.4)	74/208 (35.6)
>75% to 100%	79/232 (34.0)	28/132 (21.2)	51/100 (51.0)
>100%	26/78 (33.3)	3/43 (7.0)	23/35 (65.7)
COVID-19 ICU demand^b			
≤25%	281/2488 (11.3)	116/1815 (6.4)	165/673 (24.5)
>25% to 50%	429/2696 (15.9)	145/1683 (8.6)	284/1013 (28.0)
>50% to 75%	443/2099 (21.1)	106/1107 (9.6)	337/992 (34.0)
>75%	257/1233 (20.8)	74/768 (9.6)	183/465 (39.4)

Abbreviations: COVID-19, coronavirus disease 2019; ICU, intensive care unit.

^a Calculated as No. patients with COVID-19 in the ICU during stay divided by No. of ICU beds.

^b Calculated as mean No. of patients with COVID-19 in the ICU during stay divided by maximum No. of patients with COVID-19 in the ICU.

Table 3. Proportional Hazard Results From Admission to 30 Days Postdischarge or Death

Characteristic	Overall		General ward only		ICU	
	Adjusted HR (95% CI)	P value	Adjusted HR (95% CI)	P value	Adjusted HR (95% CI)	P value
Age, y						
<65	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
65-74	2.10 (1.75-2.52)	<.001	2.35 (1.55-3.57)	<.001	2.08 (1.70-2.55)	<.001
75-84	3.04 (2.50-3.69)		4.79 (3.15-7.29)		2.73 (2.18-3.42)	
≥85	6.85 (5.59-8.39)		11.15 (7.33-16.97)		5.39 (4.20-6.92)	
Women	0.86 (0.60-1.25)	.44	0.68 (0.32-1.46)	.32	0.97 (0.63-1.48)	.88
Race/ethnicity						
African American	0.77 (0.68-0.87)		0.61 (0.48-0.77)		0.86 (0.74-1.00)	
Other or unknown ^a	1.01 (0.81-1.26)	<.001	0.93 (0.64-1.36)	<.001	1.02 (0.78-1.34)	.11
White	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
Primary care within prior 2 y	0.86 (0.68-1.09)	.20	0.78 (0.54-1.14)	.20	0.93 (0.69-1.26)	.63
COVID-19 ICU load^b						
≤25%	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
>25% to 50%	1.19 (0.99-1.43)	.01	1.30 (0.92-1.84)	.04	1.10 (0.88-1.37)	.049
>50% to 75%	1.03 (0.77-1.40)		0.74 (0.42-1.32)		1.15 (0.81-1.64)	
>75% to 100%	1.63 (1.13-2.35)		1.90 (0.98-3.65)		1.67 (1.08-2.60)	
>100%	2.03 (1.16-3.56)		1.14 (0.29-4.49)		2.35 (1.25-4.39)	
COVID-19 ICU demand^c						
≤25%	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
>25% to 50%	1.11 (0.94-1.31)	<.001	1.41 (1.07-1.84)	.09	0.99 (0.81-1.22)	<.001
>50% to 75%	1.25 (1.05-1.49)		1.30 (0.95-1.79)		1.19 (0.95-1.48)	
>75%	1.67 (1.33-2.11)		1.29 (0.85-1.97)		1.94 (1.46-2.59)	
Hypertension	0.94 (0.80-1.11)		.46		0.92 (0.68-1.24)	
Atrial fibrillation	1.00 (0.88-1.15)	.95	1.01 (0.81-1.27)	.93	1.00 (0.84-1.18)	.96
History of smoking						
Never	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
Current	0.70 (0.56-0.87)	<.001	0.73 (0.47-1.14)	.001	0.74 (0.57-0.96)	<.001
Former	0.93 (0.81-1.06)		0.98 (0.77-1.26)		0.92 (0.78-1.08)	
Unknown	1.55 (1.30-1.84)		1.59 (1.19-2.12)		1.59 (1.27-1.98)	
BMI						
<25	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
25-29	0.83 (0.72-0.95)	.001	0.75 (0.59-0.94)	.01	0.88 (0.74-1.05)	.12
30-34	0.80 (0.68-0.94)		0.72 (0.53-0.97)		0.84 (0.69-1.02)	
≥35	0.94 (0.79-1.11)		0.96 (0.68-1.36)		0.98 (0.79-1.20)	
Missing data	1.38 (0.97-1.98)		1.65 (0.92-2.93)		1.39 (0.87-2.22)	
Place of treatment						
General ward	1 [Reference]		NA		NA	
ICU						
No ventilation	1.93 (1.66-2.24)	<.001	NA	NA	1 [Reference]	<.001
Mechanical ventilation	7.40 (6.47-8.48)		NA		3.93 (3.39-4.55)	
APACHE score ^d	1.02 (1.02-1.03)	<.001	1.04 (1.03-1.05)	<.001	1.02 (1.01-1.02)	<.001
Charlson comorbidity score ^e	1.05 (1.03-1.06)	<.001	1.09 (1.06-1.12)	<.001	1.02 (1.00-1.05)	.03
Month of COVID diagnosis						
March	1.46 (1.15-1.84)	<.001	1.43 (0.92-2.22)	.004	1.50 (1.13-2.00)	.009
April	1.47 (1.20-1.79)		1.48 (1.04-2.10)		1.52 (1.19-1.96)	
May	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	
June	1.15 (0.91-1.45)		1.11 (0.74-1.68)		1.22 (0.91-1.62)	
July	1.05 (0.85-1.30)		0.83 (0.57-1.20)		1.23 (0.94-1.61)	
August	1.23 (0.97-1.55)		0.84 (0.56-1.26)		1.50 (1.13-2.00)	

(continued)

Table 3. Proportional Hazard Results From Admission to 30 Days Postdischarge or Death (continued)

Characteristic	Overall		General ward only		ICU	
	Adjusted HR (95% CI)	P value	Adjusted HR (95% CI)	P value	Adjusted HR (95% CI)	P value
Facility complexity ^f						
1a	1.05 (0.67-1.66)	.08	1.41 (0.54-3.68)	.80	0.88 (0.52-1.50)	.08
1b	0.94 (0.59-1.51)		1.29 (0.48-3.47)		0.82 (0.47-1.41)	
1c	1.29 (0.81-2.07)		1.50 (0.56-4.04)		1.17 (0.68-2.02)	
2	1 [Reference]		1 [Reference]		1 [Reference]	

Abbreviations: APACHE, Acute Physiology, Age, Chronic Health Evaluation; BMI, body mass index (calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared); COVID-19, coronavirus disease 2019; HR, hazard ratio; ICU, intensive care unit; NA, not applicable.

^a The other race/ethnicity category includes Hispanic or Latino, Asian, Native Hawaiian or other Pacific Islander, American Indian or Alaskan Native, or other race/ethnicity.

^b Calculated as No. of patients with COVID-19 in the ICU during stay divided by No. of ICU beds.

^c Calculated as mean No. of patients with COVID-19 in the ICU during stay divided by maximum No. of patients with COVID-19 in the ICU.

^d A physiologic measure in which increasing scores indicate worse health. This score includes laboratory data (eg, white blood cell count) as well as vital signs (eg, oxygenation and blood pressure).

^e A measure of medical comorbidity in which increasing values indicate a greater comorbidity burden.

^f The complexity of the services provided at Veterans Affairs facilities, with level 1a being the most complex. The facility complexity model includes ICU level, operative complexity level, patient clinical classification, teaching status characteristics, amount of research funding, complex clinical programs provided (eg, invasive catheterization laboratory, neurosurgery, or transplant), rurality, care provided in the community, and mental health programs provided.

Discusión

En este estudio de cohorte de pacientes con COVID-19 en hospitales de VA de Estados Unidos, que recibieron tratamiento durante el pico de demanda de la UCI de COVID-19, con demanda que se describe como el número de casos de pacientes con COVID-19 en la UCI, cuando el paciente fue tratado, en comparación con la carga máxima de casos de la UCI de COVID-19, fue constante y asociada independientemente con la mortalidad en UCI por COVID-19. En el caso extremo, el riesgo ajustado de muerte fue de 1,94 para los pacientes con COVID-19 tratados en la UCI durante períodos con más del 75% de 100% del número máximo de casos de la UCI de COVID-19. El hallazgo de que la demanda de la UCI COVID-19 se asoció el con aumento de la mortalidad para los pacientes con COVID-19 crítico al comienzo de la pandemia (es decir, marzo-mayo) y más adelante en la pandemia (es decir, junio-agosto) respalda los resultados generales del estudio que sugirieron que las cargas sobre la capacidad de cuidados intensivos se asociaron con una mayor mortalidad en la UCI por COVID-19.

El seguimiento de la demanda de la UCI de COVID-19 puede ser útil para los administradores de hospitales y los funcionarios de salud que busquen implementar intervenciones para optimizar los resultados de los pacientes con COVID-19.⁸ La demanda de la UCI COVID-19 se puede calcular solo retrospectivamente (porque el número máximo de pacientes con COVID-19 en la UCI solo se puede evaluar de forma retrospectiva). Sin embargo, las instalaciones pueden identificar el pico del aumento del número de casos desde que comenzó la pandemia, en marzo de 2020, y monitorear prospectivamente la demanda de la UCI COVID-19. Las instalaciones dentro de un sistema de atención médica o dentro de una región geográfica podrían colaborar para clasificar a los pacientes con COVID-19 crítico a sitios con mayor capacidad de UCI para reducir la tensión en cualquier lugar de atención.^{9,10} Se necesitan con urgencia investigaciones futuras para entender los mecanismos por los cuales la demanda de la UCI COVID-19 puede estar asociada con un aumento de la mortalidad; es imperativo que entendamos el grado en qué las características del paciente (p. ej., gravedad de la enfermedad) o los problemas de las instalaciones (p. ej., personal) contribuyen a la

asociación entre la carga de la UCI COVID-19 y los malos resultados de los pacientes con COVID-19 crítico.

No teníamos una medida formal de la capacidad de la UCI, porque la disponibilidad de camas de la UCI de VA no es fija, sino que depende de la disponibilidad de personal; por lo tanto, calculamos la carga de la UCI de COVID-19 como la relación de ocupación de la UCI COVID-19 al número máximo de camas de la UCI como sustituto de la capacidad de la UCI COVID-19. Aunque la asociación entre la carga de la UCI COVID-19 y la mortalidad de los pacientes fue estadísticamente significativa, no fue tan consistente en el tiempo ni tan robusto como la asociación entre la demanda de UCI COVID-19 y la mortalidad. Presumimos que las instalaciones incrementaron su capacidad de cuidados críticos en respuesta a la pandemia y que el grado de este aumento varió según las instalaciones.

Por lo tanto, la comparación con un número fijo de camas de pacientes probablemente fue una medida relativamente pobre de la capacidad de la UCI durante la pandemia. Dado que los hospitales se encargan de atender a los pacientes con enfermedad crítica no COVID-19, así como a los pacientes con COVID-19, los estudios futuros deben buscar examinar si las medidas de carga de cuidados intensivos, que incluyen a todos los pacientes en la UCI (no solo a aquellos con COVID-19) están asociadas con los resultados del paciente. Los estudios futuros también deben evaluar si la carga de la UCI proporciona una medida adecuada de tensión en el amplio espectro de hospitales de VA y no VA, que varían mucho en el número de camas de la UCI prepandémica y el potencial para aumentar la capacidad durante una pandemia. Los hallazgos generales de nuestro estudio están respaldados por estudios de cohortes de 2013¹¹ y 2018,¹² lo que demuestra que a medida que las UCI se someten a presión, la mortalidad aumenta.^{11,12}

Puede darse el caso de que durante los períodos de mayor número de casos en la UCI, los pacientes que serían admitidos en la típicamente en la UCI, son admitidos en la sala.¹³ Nuestros datos no nos permitieron examinar este tema directamente; sin embargo, examinamos los resultados asociados con la carga de la UCI COVID-19 por separado entre los pacientes de la sala general y los pacientes de la UCI. Aunque la asociación entre la carga de la UCI de COVID-19 y la mortalidad general de la sala fue estadísticamente significativa, varió en el tiempo (es decir, temprano frente a más tarde en la pandemia). Las investigaciones futuras deberían examinar cómo las cargas sobre los cuidados intensivos pueden estar asociadas con resultados en la sala general para pacientes con COVID-19 y aquellos sin COVID-19.

Limitaciones

Este estudio tiene varias limitaciones. Primero, este estudio evaluó la atención de pacientes con COVID-19 en hospitales de veteranos; los estudios futuros deben examinar la asociación entre la carga de la UCI COVID-19 y mortalidad en instalaciones que no pertenezcan a veteranos. En segundo lugar, este estudio se centró en la mortalidad por COVID-19; los estudios futuros deberían examinar las posibles asociaciones de la carga y la demanda de la UCI de COVID-19 con los resultados entre los pacientes sin COVID-19. En tercer lugar, los resultados de este estudio no deben interpretarse como una declaración sobre la escasez de cuidados intensivos o ventilación mecánica; no tenemos datos que sugieran que los pacientes que necesitaron cuidados intensivos o ventilación mecánica no recibieron esta atención.¹⁴ Cuarto, aunque los ajustes de riesgo de los modelos incluían características demográficas y

clínicas, no incluían determinantes sociales de la salud (por ejemplo, ingresos o educación), que pueden contribuir a la mortalidad por COVID-19. Quinto, no examinamos los cambios en el personal de la UCI durante el período de estudio. Sexto, no tenemos una medida del grado en que las instalaciones expandieron la capacidad de la UCI durante la pandemia. Séptimo, los pacientes con COVID-19 que fueron admitidos en el servicio de UCI podrían haber estado físicamente en diversos entornos, incluidas las ubicaciones designadas como la UCI COVID-19, como las UCI quirúrgicas; algunos pacientes con COVID-19 crítico fueron atendidos por el equipo de la UCI, pero estaban ubicados físicamente en el departamento de emergencias.

Octavo, en relación con el cambio observado en la mortalidad a lo largo del tiempo, nuestros resultados sugieren que los cambios en las características del paciente y las medidas de la tensión de la UCI COVID-19 se asociaron con alguna variación de la mortalidad a lo largo del tiempo; sin embargo, dada la naturaleza observacional de estos datos, la causalidad no se puede inferir. Otras causas potenciales (p. Ej., Uso de medicamentos, como remdesivir y dexametasona; prácticas clínicas, como proning; y cambios no medidos en las características de paciente, como la susceptibilidad) pueden haber contribuido a cambios en la mortalidad por COVID-19.¹⁵

Conclusiones

En este estudio de cohorte de pacientes con COVID-19 en hospitales de VA de Estados Unidos, la demanda de la UCI COVID-19, una medida de la carga de casos de la UCI COVID-19, cuando se trató a un paciente en comparación con el pico de los casos de la UCI-COVID-19, se asoció con la mortalidad entre los pacientes con COVID-19 en la UCI. Los funcionarios de la salud pública y los administradores del hospital pueden tratar de prevenir la alta demanda de UCI COVID-19 para optimizar resultados de los pacientes con COVID-19.

Referencias

1. Pan A, Liu L, Wang C, et al. Association of public health interventions with the epidemiology of the COVID-19 outbreak in Wuhan, China. *JAMA*. 2020;323(19):1915-1923. doi:[10.1001/jama.2020.6130](https://doi.org/10.1001/jama.2020.6130)
2. Hartley DM, Perencevich EN. Public health interventions for COVID-19: emerging evidence and implications for an evolving public health crisis. *JAMA*. 2020;323(19):1908-1909. doi:[10.1001/jama.2020.5910](https://doi.org/10.1001/jama.2020.5910)
3. Eriksson CO, Stoner RC, Eden KB, Newgard CD, Guise JM. The association between hospital capacity strain and inpatient outcomes in highly developed countries: a systematic review. *J Gen Intern Med*. 2017;32(6):686-696. doi:[10.1007/s11606-016-3936-3](https://doi.org/10.1007/s11606-016-3936-3)
4. VA Health Services Research and Development. VA Informatics and Computing Infrastructure (VINCI). Accessed December 10, 2020. https://www.hsrd.research.va.gov/for_researchers/vinci/default.cfm<https://vawww.vinci.med.va.gov/VinciCentral/Home/About>
5. Borzecki AM, Wong AT, Hickey EC, Ash AS, Berlowitz DR. Can we use automated data to assess quality of hypertension care? *Am J Manag Care*. 2004;10(7 Pt 2):473-479.

6. Sohn MW, Arnold N, Maynard C, Hynes DM. Accuracy and completeness of mortality data in the Department of Veterans Affairs. *Popul Health Metr.* 2006;4:2. doi:[10.1186/1478-7954-4-2](https://doi.org/10.1186/1478-7954-4-2)
7. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA, et al. The APACHE III prognostic system: risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest.* 1991;100(6):1619-1636. doi:[10.1378/chest.100.6.1619](https://doi.org/10.1378/chest.100.6.1619)
8. Kim JH, Hong SK, Kim Y, et al. Experience of augmenting critical care capacity in Daegu during COVID-19 incident in South Korea. *Acute Crit Care.* 2020;35(2):110-114. doi:[10.4266/acc.2020.00275](https://doi.org/10.4266/acc.2020.00275)
9. Einav S, Hick JL, Hanfling D, et al; Task Force for Mass Critical Care. Surge capacity logistics: care of the critically ill and injured during pandemics and disasters: CHEST consensus statement. *Chest.* 2014;146(4)(suppl): e17S-e43S. doi:[10.1378/chest.14-0734](https://doi.org/10.1378/chest.14-0734)
10. Ma X, Vervoort D. Critical care capacity during the COVID-19 pandemic: global availability of intensive care beds. *J Crit Care.* 2020;58:96-97. doi:[10.1016/j.jcrc.2020.04.012](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.04.012)
11. Gabler NB, Ratcliffe SJ, Wagner J, et al. Mortality among patients admitted to strained intensive care units. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;188(7):800-806. doi:[10.1164/rccm.201304-0622OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201304-0622OC)
12. Anesi GL, Liu VX, Gabler NB, et al. Associations of intensive care unit capacity strain with disposition and outcomes of patients with sepsis presenting to the emergency department. *Ann Am Thorac Soc.* 2018;15(11): 1328-1335. doi:[10.1513/AnnalsATS.201804-241OC](https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201804-241OC)
13. Feinstein AR, Sosin DM, Wells CK. The Will Rogers phenomenon: stage migration and new diagnostic techniques as a source of misleading statistics for survival in cancer. *N Engl J Med.* 1985;312(25):1604-1608. doi: [10.1056/NEJM198506203122504](https://doi.org/10.1056/NEJM198506203122504)
14. Yang 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. *Lancet Respir Med.* 2020;8(5):475-481. doi: [10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)
15. Horby P, Lim WS, Emberson JR, et al; RECOVERY Collaborative Group. Dexamethasone in hospitalized patients with Covid-19 — preliminary report. *N Engl J Med.* 2020.