

REVISTA ARGENTINA DE TERAPIA INTENSIVA

ÓRGANO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE TERAPIA INTENSIVA

Volumen 34

Número 1

Año 2017



ISSN 2362-339X

Sumario

ORIGINALES

Análisis retrospectivo de la ventilación mecánica no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en una Unidad de Cuidados Intensivos
Alberto Belenguer-Muncharaz, María-Lidón Mateu-Campos, Ignacio Catalán-Monzón, Jairo Rodríguez-Portillo, Laura Albert-Rodrigo, Gemma Cebrián-Graullera, María-José Forés-Ahuir, Irina Hermosilla-Semikina, Amparo Ferrandiz-Sellés

ORIGINALES

Metodología geométrica para la evaluación de la saturación arterial de oxígeno en pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos
Daniela Suarez, Javier Rodríguez, Signed Prieto, Catalina Correa, Henry Oliveros, Yolanda Soracipa, Diego Tapia, Freddy Barrios, Luz Stella Jiménez, Camilo Acuña

ORIGINALES

Mirada de la población adolescente sobre aspectos bioéticos en el paciente crítico: un estudio en 848 jóvenes escolarizados
Pascual Valdez, Gerardo Perazzo, Liliana Pierini, Claudina Rodríguez, Ana Rey, Héctor Castrogiovanni, Bibiana Abaz, Julia Federice, Leonardo Vasta, Josefina Rullo, Daniel Elisabe

NOTAS CLÍNICAS

Diagnóstico de neumotórax hipertensivo por ecografía. A propósito de un caso clínico
Christian D. Yic, Julio Pontet Ubal

PUNTO DE VISTA

Cuidar la dignidad, un desafío para todos en las Unidades de Cuidados Intensivos
Alejandra Inés Juliarena

REVISIONES

Actualización en ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda
Pedro Taffarel, Facundo Jorro Barón, Germán Bonetto, Jorge Cavagna, Claudia Meregalli, Gustavo Debaisi

REVISIONES

Decúbito prono: revisión narrativa
Matías Accoce, Gustavo Plotnikow, Mariano Setten, Darío Villalba, Pablo Galindez

info@sati.org.ar

www.sati.org.ar

Sociedad Argentina de
Terapia Intensiva

Personería Jurídica N° 2481

Cnel. Niceto Vega 4615/17
C.P. 1414 Buenos Aires, Argentina
Tel./Fax: (54-11) 4778-0571/0581

REVISTA ARGENTINA DE TERAPIA INTENSIVA

Volumen 34

Número 1

Año 2017



ÓRGANO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE TERAPIA INTENSIVA

ISSN 2362-339X

EDITOR

Fernando Ríos

EDITORES ASOCIADOS

Ladislao Diaz Ballve

Judith Sagardia

ASESORES EDITORIALES

Analía Fernández Parolín

CONSULTORES INTERNACIONALES

Andrés Esteban (España)

Francisco Javier Ruza Tarrio (España)

Augusto Sola (USA)

CORRECCIÓN

Marisa López

DIAGRAMACIÓN

Ángel Fernández

COMITÉ EDITORIAL

Cecilia Pereyra

María Laura Cabana

Héctor Canales

Mónica Capalbo

Eduardo Capparelli

Gustavo Sciolla

Guillermo Chiappero

María José Dibo

Daniel Duarte

Elisa Estenssoro

Rafael Fraire

Antonio Gallesio

Cayetano Galletti

Patricia Guimaraens

Vanina Kanoore Edul

Francisco Klein

María del Carmen La Valle

Damián Lerman

Ezequiel Monteverde

Gladys Palacio

Miriam Pereyro

Luis Perretta

Rossana Poterala

Gustavo Plotnikow

Alejandro Risso Vázquez

Sonia Beatriz Rodas

Nicolás Roux

Juan San Emeterio

Eduardo San Román

Sergio Sandes

Mariano Setten

Alejandro Siaba Serrate

Jorge Tavosnanska

Jorge Ubaldini

Daniela Vásquez



AUTORIDADES DE COMITÉS Y COMISIÓN DIRECTIVA DE LA SATI

COMITÉS

ACLS

José Alberto Lozano

Asunto Laboral

Ignacio Previgliano

Bioética

Alejandra Juliarena

Certificación y Revalidación

Eduardo Capparelli

CODEACOM

Cayetano Galletti

Comité de Soporte Nutricional y Metabolismo

María Carignano

Ecografía en el Paciente Crítico

Emiliano Descotte

Editorial

Fernando Ríos

Emergencias y Respuesta Rápida

Luis Computaro

Enfermería en Cuidados

Darío Bejarano

FCCS

Pascual Valdez

Gestión Control de Calidad y Scores

Sebastián Cosenza

Infectología Crítica

Cecilia Pereyra

Investigación Clínica

Eduardo San Román

Nefrología Crítica

Pablo Klin

Neonatología Crítica

Jorge Tavosnanska

Neumonología Crítica

Martín Lugaro

Neurointensivismo

Matías Casanova

Obstetricia Crítica

Graciela Zahalik

Oncología Crítica

Sahar Tal Benzecry

PALS

Gustavo Sciolla

Patología Crítica Cardiovascular

Salvador de Francesca

Patología Digestiva en Pacientes

Críticos

Fernando Lipovestky

Pediátrico de Neumonología

Crítica

Virginia Altuna

PFCCS

Haide Amaro

SAD

Christian Casabella

Seguimiento y Rehabilitación

Andrea Das Neves

Shock y Sepsis

Pablo Comignani

Shock Pediátrico

Gustavo González

Soporte Vital Extracorpóreo

Christian Casabella

Trasplantes

Francisco Klein

Trauma

Viviana Wolanow

Vía Aérea

Gerardo Filippa

COMISIÓN DIRECTIVA (2015-2017)

Presidente

Rolando Alfredo Gimbernat

Vicepresidente

José Luis Golubicki

Secretario

Rosa Reina

Prosecretario

Laura Isabel De Rosa de Vidal

Tesorero

Ramiro Gilardino

Protesorero

Claudia Elisabet Kecskes

Director de Publicaciones

Analía Fernández

Director de Sistemas y Tecnología

Francisco Edgardo González

Director de Departamento Docencia

Guillermo Ricardo Chiappero

Vocales Titulares

Fernando Gabriel Baccaro

Julio César Barolo

Rodolfo Eduardo Buffa

Graciela Raquel Zahalik

Tomás Federico Diez

Silvia Filomena Vilca

Jorge Marcelo Prochasko

Alejandro Daniel Duarte

Vocales Suplentes

Adelina Badolatti

Ramón Montenegro Arrigoni

Guillermo Adrián Scaglioni

Angela María Magalí Sánchez

Claudio Jesús Settecase

María Luisa del Valle Maroco

Viviana Soledad Nicolás

Gerardo Carlos Filippa

Revisores de Cuentas Titulares

María Cristina Orlandi

Cecilia Florencia Pereyra

Jorge Eduardo Leiva

Revisores de Cuentas Suplentes

Pablo José Schoon

Marcelo Fabio Morales

Cecilia Inés Loudet

Análisis retrospectivo de la ventilación mecánica no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en una Unidad de Cuidados Intensivos

ALBERTO BELENGUER-MUNCHARAZ,^{*,**} MARIA-LIDÓN MATEU-CAMPOS,^{*,**} IGNACIO CATALÁN-MONZÓN,^{*} JAIRO RODRÍGUEZ-PORTILLO,^{*} LAURA ALBERT-RODRIGO,^{*} GEMA CEBRIÁN-GRAULLERA,^{*} MARIA-JOSÉ FORÉS-AHUIR,^{*} IRINA HERMOSILLA-SEMIKINA,^{*} AMPARO FERRANDIZ-SELLÉS^{*,**}

^{*} Servicio de Medicina Intensiva, Hospital General Universitario de Castelló

^{**} Departamento de Medicina, Ciencias de la Salud, Universitat Jaume I Castelló Castellón, España

Correspondencia:

Dr. Alberto Belenguer-Muncharaz

belengueralberto8@gmail.com

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Palabras clave

- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Ventilación no invasiva
- Ventilación mecánica invasiva
- Insuficiencia respiratoria aguda

Resumen

Objetivo: Análisis comparativo de la ventilación no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Diseño: Cohorte retrospectiva (enero 2006- diciembre 2012).

Ámbito: Unidad de Cuidados Intensivos médico-quirúrgica.

Pacientes: Se analizaron 142 pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipercápnica.

Intervenciones: Ninguna.

Variables de interés: Infecciones (bacteriemia, neumonía intrahospitalaria, infección urinaria), necesidad de traqueotomía, insuficiencia renal aguda, síndrome de dificultad respiratoria aguda, estancias en la Unidad de Cuidados Intensivos y hospitalaria, duración de la ventilación mecánica y mortalidad en la Unidad de Cuidados Intensivos, hospitalaria y a los 6 meses.

Resultados: Ciento veintiún pacientes (86%) recibieron ventilación no invasiva y 20 (14%), ventilación invasiva. Un paciente no recibió soporte ventilatorio. Al ingresar, el grupo de ventilación invasiva presentaba mayor deterioro gasométrico, hemodinámico y neurológico que el grupo de ventilación no invasiva. No hubo diferencias en la tasa de infecciones, la necesidad de traqueotomía, las complicaciones, la duración de la ventilación mecánica, las estancias, ni la mortalidad. Los pacientes en quienes fracasó la ventilación no invasiva presentaron mayor mortalidad comparados con el otro grupo.

Conclusiones: La ventilación no invasiva fue el soporte ventilatorio más frecuente en los pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en nuestra Unidad. Los pacientes con ventilación invasiva tuvieron una evolución clínica muy semejante a la de aquellos sometidos a ventilación invasiva, sin que ello haya supuesto una mayor mortalidad.

Key words

- Chronic obstructive pulmonary disease
- Non-invasive ventilation
- Acute respiratory failure
- Invasive mechanical ventilation

Abstract

Objective: Comparative analysis of non-invasive ventilation versus invasive ventilation in patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease.

Design: Retrospective cohort (January 2006-December 2012).

Setting: Medical-surgical Intensive Care Unit.

Patients: One hundred and forty-two patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease were analyzed.

Variables of interest: Infections (bacteremia, nosocomial pneumonia, urinary infection), need for tracheostomy, acute renal failure, acute respiratory disease syndrome, length of stay at the Intensive Care Unit and hospital, duration of mechanical ventilation and mortality at the Intensive Care Unit, hospital and after 6 months.

Results: One hundred and twenty-one patients (86%) underwent non-invasive ventilation and 20 (14%) received invasive ventilation. One patient did not receive ventilatory support. At admission, blood gases, and hemodynamic and neurological parameters were worse in the invasive ventilation group compared with the non-invasive ventilation group. Infection rate, need for tracheostomy, complications, duration of mechanical ventilation, length of stay, and mortality did not show differences. Mortality was higher in patients who failed non-invasive ventilation.

Conclusions: Non-invasive ventilation was the most common ventilatory support in patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in our Intensive Care Unit. Patients with invasive ventilation had the same clinical course compared to the non-invasive group, without entailing increased mortality.

■ Análisis retrospectivo de la ventilación mecánica no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en una Unidad de Cuidados Intensivos

Introducción

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es un problema de salud pública con elevada morbimortalidad, y que afecta al 10% de la población española, según el estudio EPI-SCAN.¹ La exacerbación de la EPOC supone entre el 5% y el 10% de todas las patologías que requieren soporte ventilatorio en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI).² Los beneficios aportados por la aplicación de la ventilación no invasiva (VNI) en pacientes con exacerbación de la EPOC frente a la oxigenoterapia son, principalmente, la reducción de la tasa de intubación y de la mortalidad.³⁻⁶ Estos resultados satisfactorios han supuesto la recomendación de la VNI en pacientes con exacerbación de la EPOC^{7,8} y el consiguiente incremento de su utilización, y ha llegado a convertirse en una herramienta imprescindible de soporte ventilatorio, en detrimento de la ventilación mecánica invasiva (VMI).⁹⁻¹³

Tres estudios que compararon la VNI con la VMI en la exacerbación de la EPOC en pacientes ingresados en la UCI no mostraron diferencias significativas en cuanto al tiempo de ventilación, la estancia o la mortalidad en la UCI.¹⁴⁻¹⁶ De igual manera, otro ensayo clínico que comparó la VMI con la VNI en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda tampoco mostró una menor mortalidad con el uso de la VNI en el subgrupo de pacientes con EPOC.¹⁷ Por el contrario, varios estudios de observación han mostrado una menor mortalidad con la VNI que con la VMI.^{12,13,18} A pesar del incremento notorio del uso de la VNI en detrimento de la aplicación de la VMI,^{9-11,13} con evidencia aceptable que apoya su indicación en ciertos casos frente a la VMI,¹⁵ en el ámbito de la UCI, sigue sin establecerse una clara recomendación de la VNI sobre la VMI.⁸

Ante un aumento evidente del uso de la VNI en pacientes con exacerbación de la EPOC, se antepone una escasa evidencia que apoye la VNI frente a la VMI en el ámbito de la UCI y, por ello, analizamos si la VNI presentaba alguna ventaja con respecto a la VMI en el ámbito de nuestra Unidad, en pacientes con exacerbación de la EPOC. El objetivo primario fue el análisis de la mortalidad en la UCI y los objetivos secundarios analizados fueron: tasa de infecciones intrahospitalarias (neumonía, infección urinaria, bacteriemia), necesidad de traqueotomía, insuficiencia renal aguda, desarrollo de síndrome de dificultad respiratoria aguda, duración de la ventilación mecánica, estancias en la UCI y hospitalaria, así como la mortalidad hospitalaria y a los 6 meses.

Pacientes y Métodos

Se realizó un estudio retrospectivo (entre enero de 2006 y diciembre de 2012) en una UCI médico-

quirúrgica, en el que se incluyeron pacientes de 18 años o mayores con agudización de la EPOC, sometidos a soporte ventilatorio (VNI o VMI). El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de nuestro Centro. No se solicitó consentimiento informado a criterio de los investigadores, dadas las características del estudio. Parte de los resultados expuestos en este trabajo fueron publicados previamente.¹⁹ Se definió EPOC como una enfermedad respiratoria caracterizada por limitación al flujo aéreo que no es totalmente reversible.¹ La exacerbación de la EPOC se definió como el aumento de la disnea habitual, de la tos, y aumento y aspecto de las secreciones.¹ Se excluyó a pacientes con neumonía, insuficiencia cardíaca, posoperatorios programados o urgentes, embolia pulmonar o sepsis, cuyo cuadro se hubiese agudizado, dado que se consideraron diagnósticos diferenciales.¹

Se registraron las siguientes variables al ingreso: datos demográficos, estimación pronóstica de la mortalidad según el *Simplified Acute Physiological Score 3* (SAPS 3),²⁰ disfunción orgánica según la escala *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA),²¹ grado de comorbilidad según la escala de Charlson,²² clasificación de la gravedad de la alteración obstructiva según el porcentaje de volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF₁),²³ pruebas espirométricas antes de la agudización, comorbilidades y procedencia del paciente. Así mismo, se registraron las siguientes variables hemodinámicas, respiratorias y neurológicas al ingreso: tensión arterial sistólica, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria (FR) y nivel de conciencia según la Escala de Coma de Glasgow (*Glasgow Coma Scale*, GCS). Por último, se realizó un análisis gasométrico arterial antes de ingresar y en el momento del ingreso: pH, presión parcial de CO₂ (paCO₂), presión parcial de oxígeno (paO₂), bicarbonato, exceso de bases, ácido láctico y cociente paO₂/FiO₂ y proteína C reactiva. En el grupo de VMI, se recogió el lugar de la intubación, así como la causa. Las complicaciones analizadas fueron: necesidad de intubación, reintubación por fracaso de la extubación, necesidad de traqueotomía, desarrollo de infección intrahospitalaria (neumonía precoz asociada a la ventilación mecánica, infección urinaria y bacteriemia),²⁴ muerte en la UCI, hospitalaria y a los 6 meses. También, se calculó la duración de la ventilación mecánica y las estancias en la UCI y en el hospital.

Antes de ingresar en la UCI, los pacientes habían sido tratados con oxigenoterapia, broncodilatadores, corticoides y antibioterapia. El empleo de la VNI no estaba protocolizado en el área de Urgencias ni en la planta de hospitalización cuando se llevó a cabo este estudio.

Ventilación no invasiva

Si las condiciones del paciente lo permitían, se aplicaba la técnica antes de empezar el procedimiento.

Luego se elevaba la cabecera de la cama a 45°. El respirador empleado fue BiPAP Vision (Respironics Inc®, Pennsylvania, EE.UU.) con mascarilla oronasal o Total Face (Respironics Inc®, Pennsylvania, EE.UU.), según la anatomía facial y el grado de tolerancia del paciente. El procedimiento ventilatorio²⁵ consistió en el incremento gradual de la presión inspiratoria (IPAP) hasta conseguir presiones de 15-20 cmH₂O y una presión espiratoria (EPAP) de 5-6 cmH₂O, nivel de presiones alcanzado en función de la tolerancia del paciente, con el fin de conseguir un volumen corriente de 6-8 ml/kg y una FR <25/minuto. El objetivo era una reducción del nivel de paCO₂ o la normalización del pH, junto a la mejoría clínica (disminución de la disnea, del uso de musculatura accesoria, de la frecuencia cardíaca y la mejoría de la sincronía paciente-respirador). Se aplicó la FiO₂ mínima para conseguir una saturación transcutánea de oxígeno (SaO₂) del 90-92%. La ventilación se mantuvo, de manera continua, hasta alcanzar dichos objetivos, se procedió a la retirada gradual del soporte ventilatorio hasta que era sustituido por una mascarilla tipo Venturi con FiO₂ 0,3-0,4 o gafas nasales a 2-3 l/minuto. Todos los cambios en el soporte ventilatorio, así como su retirada, dependían del facultativo responsable. Se consideró fracaso de la VNI, si cumplía alguna de las siguientes condiciones:²⁶ intolerancia a la VNI, agitación, ausencia de mejoría clínica (FR >40/min, uso de musculatura accesoria, disociación toracoabdominal) o inestabilidad hemodinámica (dopamina >15 µg/kg/min o noradrenalina >0,4 µg/kg/min), incremento de la paCO₂ o descenso del pH (a pesar del soporte ventilatorio) y, por último, necesidad de intubación urgente para aislar la vía aérea (paro cardiorrespiratorio, deterioro neurológico o broncospasmo grave). A pesar del fracaso, no se procedió a la intubación orotraqueal en los pacientes en quienes fue consensuada la orden de no intubación por parte de los facultativos, al ingreso o bien durante su estancia en la UCI. Se consideró éxito de la VNI cuando no era necesaria la intubación por la mejoría de los parámetros clínicos y gasométricos. En algunos pacientes, se utilizaron los equipos de VNI domiciliaria como apoyo al destete de la VNI y como paso previo al alta a la planta de hospitalización.

Ventilación mecánica invasiva

Se procedió a la sedación con propofol o midazolam y a la analgesia con morfina, antes de la intubación orotraqueal. Se emplearon relajantes musculares en caso de mala adaptación al respirador. Los parámetros ventilatorios iniciales fueron:²⁷ ventilación controlada por volumen en modo asistido-controlado con volumen corriente de 6-8 ml/kg, FR de 10-12/min, PEEP mínima de 5 cmH₂O, flujo inspiratorio de 80-100 l/minuto. Se ajustaron los parámetros ventilatorios con el objetivo de permitir el vaciamiento alveolar de las unidades con constante de tiempo alargadas, evitan-

do el atrapamiento aéreo y la autoPEEP. Se ajustó la FiO₂ hasta obtener una SaO₂ del 90-92%. El proceso de destete se llevó a cabo tras la mejoría clínica y gasométrica del paciente. La extubación se efectuaba tras superar una prueba de respiración espontánea mediante dos horas de prueba de tubo en "t". La VNI fue aplicada tras la extubación en pacientes que habían superado una prueba de respiración espontánea, como apoyo al destete y su posterior salida de la UCI, a criterio del facultativo responsable.

Análisis estadístico

Para la comparación de los grupos (VNI vs. VMI, éxito vs. fracaso de la VNI y fracaso de la VNI vs. VMI) en cuanto a las variables cuantitativas, se emplearon las pruebas t de Student o U de Mann-Whitney, según la distribución paramétrica o no paramétrica, y para las variables cualitativas se usó la prueba de ji al cuadrado (con test exacto de Fisher). La influencia del pronóstico de mortalidad por SAPS 3 en el análisis comparativo de la mortalidad se ajustó aplicando la prueba de Mantel-Haenszel. Se consideró significación estadística cuando $p < 0,05$. El análisis de supervivencia se realizó mediante la prueba de Kaplan-Meier con la prueba del orden logarítmico. Para el análisis se empleó el paquete estadístico SPSS 15.0.

Resultados

Durante el período de estudio, se analizaron 186 pacientes con EPOC que requirieron internación en la UCI, 44 pacientes fueron excluidos y 142 fueron analizados (Figura 1). Un paciente no requirió soporte ventilatorio, 20 fueron sometidos directamente a VMI y 121, a VNI.

En el grupo de VMI, la intubación orotraqueal se realizó en Urgencias, en 11 (55%) pacientes; en el domicilio, en cuatro (20%); en la planta de hospitalización, en dos (10%); en la UCI, en dos (10%) y, en el Centro de Salud, en uno (5%). Las causas de la intubación fueron: 11 (55%) pacientes por paro cardiorrespiratorio, ocho (40%) por deterioro del nivel de conciencia y uno (5%) por hipoxemia resistente.

La comparación de variables demográficas, antecedentes personales, nivel de gravedad de la enfermedad de base y pruebas espirométricas del grupo de VNI frente al de VMI no mostró diferencias significativas (Tabla 1). El nivel de gravedad estimado mediante SAPS 3 (53 ± 10 en VNI vs. 60 ± 13 en VMI, $p = 0,016$) y el fallo de órganos estimado por SOFA (3 ± 1 en VNI vs. 4 ± 2 en VMI, $p = 0,008$) fueron significativamente mayores en el grupo de VMI. Las variables hemodinámicas, el grado de acidosis respiratoria y el bajo nivel de conciencia mostraron un valor significativo en el grupo de VMI.

- Análisis retrospectivo de la ventilación mecánica no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en una Unidad de Cuidados Intensivos

TABLA 1
Datos demográficos, comorbilidades y parámetros clínico-gasométricos al ingresar

	Ventilación no invasiva (n = 121)	Ventilación mecánica invasiva (n = 20)	p
Sexo masculino, n (%)	89 (74)	16 (84)	0,403 ^a
Edad, años	68 ± 10	69 ± 8	0,725 ^a
SAPS3	53 ± 10	60 ± 13	0,016 ^a
IMC, kg/m ²	32 ± 0,08	29 ± 0,07	0,205
SOFA	3 ± 1	4 ± 2	0,008
Escala de Charlson	4 ± 1	4 ± 2	0,438
VEF ₁ /CVF (%) (n = 107)	62 ± 17	53 ± 14	0,074
VEF ₁ (%) (n = 81)	36 ± 19	26 ± 13	0,137
Oxígeno domiciliario, n (%)	57 (47)	11 (55)	0,631 ^a
CPAP domiciliaria, n (%)	37 (31)	6 (30)	1,000 ^a
Cardiopatía, n (%)	33 (27)	9 (45)	0,120 ^a
Tabaquismo activo, n (%)	34 (28)	6 (30)	1,000 ^a
SAOS, n (%)	33 (27)	4 (20)	0,592 ^a
Diabetes mellitus, n (%)	41 (34)	3 (15)	0,120 ^a
Hipertensión arterial, n (%)	56 (46)	8 (40)	0,637 ^a
Cor pulmonale, n (%)	23 (19)	4 (20)	1,000 ^a
Lugar de procedencia			0,004
Urgencias	84 (69)	12 (60)	
Planta de hospitalización	34 (28)	4 (20)	
Otros	3 (2)	4 (20)	
Parámetros clínicos al ingreso			
GCS <7, n (%)	12 (10)	18 (99)	0,001 ^a
Tensión arterial sistólica, mmHg	136 ± 23	118 ± 30	0,004
Frecuencia cardíaca, lpm	102 ± 20	88 ± 20	0,005
Frecuencia respiratoria, rpm	31 ± 8	29 ± 12	0,385
pH ^b	7,25 ± 0,09	7,10 ± 0,13	0,0001
paCO ₂ ^b , mmHg	83 ± 24	105 ± 34	0,003
paO ₂ ^b , mmHg	67 ± 34	85 ± 92	0,494
paO ₂ /FiO ₂	186 ± 79	128 ± 64	0,004
PCR, mg/l	75 ± 77	75 ± 56	0,995

^a Prueba exacta de Fisher.

^b Ventilación no invasiva (n = 118) vs. ventilación mecánica invasiva (n = 14), en el grupo de ventilación mecánica invasiva antes de la intubación.

IMC = índice de masa corporal; SAPS 3 = *Simplified Acute Physiological Score 3*; SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment*; VEF₁ = volumen espiratorio forzado en el primer segundo; CVF = capacidad vital forzada; CPAP = presión positiva continua en la vía aérea; SAOS = síndrome de apnea obstructiva del sueño; GCS = *Glasgow Coma Score* (Escala de Coma de Glasgow); paCO₂ = presión parcial de anhídrido carbónico; paO₂ = presión parcial de oxígeno; paO₂/FiO₂ = cociente paO₂/fracción inspiratoria de oxígeno; PCR = proteína C reactiva.

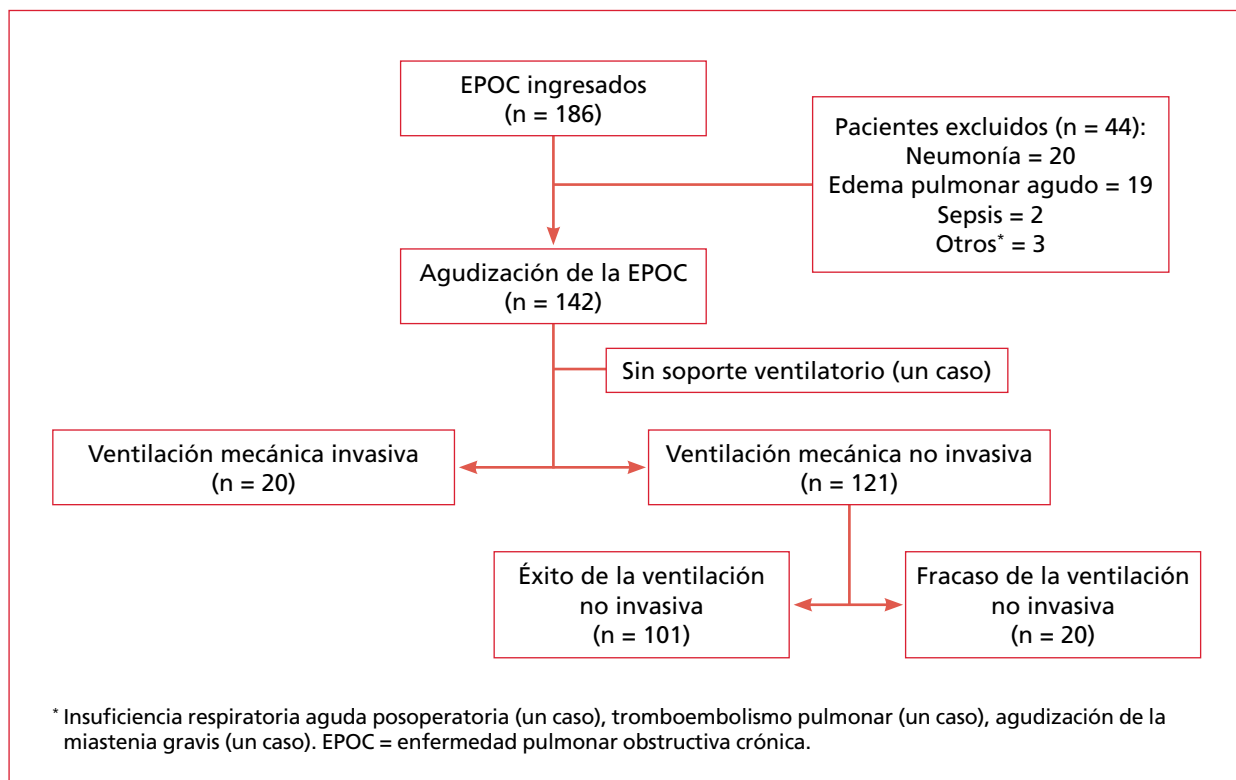


Figura 1. Diagrama de flujo de los episodios de enfermedad pulmonar obstructiva crónica analizados.

En cuanto a las complicaciones, la mortalidad en la UCI, hospitalaria y a los 6 meses ajustada para SAPS 3 no mostró diferencias significativas entre VNI y VMI (Tabla 2 y Figura 2). La VNI fracasó en 20 (16,5%) pacientes, en nueve de ellos se decidió no intubar, dado que la orden de no intubación fue establecida durante su ingreso en la UCI, por parte de los facultativos. En cuanto al resto de las complicaciones, se observó una tasa más alta de bacteriemia en el grupo invasivo (1% en VNI vs. 10% en VMI, $p = 0,05$). El resto de las complicaciones analizadas no alcanzó un valor estadísticamente significativo, al igual que la duración de la ventilación mecánica, y las estancias en la UCI y hospitalaria.

La comparación del grupo con éxito de la VNI frente al grupo de fracaso de la VNI mostró un mayor porcentaje de complicaciones asociadas al grupo que fracasó. La comparación del grupo de fracaso de la VNI frente al grupo de VMI mostró diferencias significativas en la mortalidad (Tabla 2).

Discusión

Los resultados obtenidos en este trabajo han mostrado que: 1) en la práctica clínica, la VNI fue la primera opción terapéutica en pacientes con exacerbación

de la EPOC en nuestra Unidad, 2) el grupo con éxito de la VNI tuvo una menor tasa de complicaciones que el grupo de fracaso de la VNI, 3) no hubo diferencias en cuanto a las complicaciones y el porcentaje de mortalidad entre la VMI y la VNI, y 4) el grupo de VNI que fracasó tuvo una mayor mortalidad que el grupo de VMI.

Anteriormente el ingreso del paciente con exacerbación de la EPOC se veía restringido en las UCI, pues se creía que la necesidad de VMI suponía la fase terminal de la enfermedad y que su aplicación supondría la instauración de medidas de soporte vital, con un resultado incierto a largo plazo.²⁸ La irrupción de la VNI como medida de soporte ventilatorio^{3,7} ha generalizado la aplicación de soporte en aquellos pacientes en quienes la VMI no estaba contemplada por su mal pronóstico. En nuestro trabajo, el alto porcentaje de aplicación de la VNI como primera opción frente a la VMI en pacientes con EPOC está en consonancia con la tendencia actual, donde diversos trabajos publicados en nuestro medio^{10,29} y a nivel internacional^{9,12,13,30} han mostrado el uso extendido de la VNI como primera opción terapéutica. Pese a ello, su utilización real no es uniforme: una encuesta sobre el empleo de la VNI en la UCI reveló que cerca del 89% se usaría en la exacerbación de la EPOC como primera opción terapéutica;²⁹ sin embargo, diversos estudios epide-

■ Análisis retrospectivo de la ventilación mecánica no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en una Unidad de Cuidados Intensivos

TABLA 2
Análisis de las complicaciones entre ambos grupos

	Ventilación no invasiva (n = 121)	Ventilación no invasiva Éxito (n = 101)	Ventilación no invasiva Fracaso (n = 20)	Ventilación mecánica invasiva (n = 20)	p*
Intubación, n (%)	11 (55)	0	11 (55) ^{a,e}	-	-
Reintubación, n (%)	3 (27)	0	3 (15) ^{a,e}	0	1,000 ^a
Traqueotomía, n (%)	2 (18)	0	2 (10) ^{a,e}	0	1,000 ^a
NAV precoz, n (%)	4 (3)	0	4 (20) ^{a,e}	1 (5)	0,543 ^a
Bacteriemia, n (%)	1 (1)	0	1 (5) ^a	2 (10)	0,053 ^a
Infección urinaria, n (%)	5 (4)	4 (4)	1 (5) ^a	1 (5)	1,000 ^a
SDRA, n (%)	3 (2)	1 (1)	2 (10) ^a	0	1,000 ^a
Insuficiencia renal aguda, n (%)	16 (13)	10 (10)	6 (30) ^a	3 (15)	0,734 ^a
Ventilación no invasiva pos-UCI, n (%)	44 (36)	33 (33)	11 (55) ^a	6 (30)	0,801 ^a
Duración de la ventilación mecánica, días ^{b,c}	2 (2-4)	2 (2-4)	4 (2-6)	2,5 (1-5)	0,997
Estancia en la UCI, días ^b	4 (3-5)	4 (3-5)	5 (3-13) ^e	4 (3-8)	0,373
Estancia hospitalaria, días ^b	16 (11-23)	17 (12-22)	13 (9-34)	16 (11-23)	0,973
Mortalidad en la UCI, n (%)	10 (8)	1 (1)	9 (45) ^{a,e}	1 (5) ^f	0,458 ^{a,d}
LTSV	7	1	6	1	
Falla multiorgánica	2	0	2	0	
Shock cardiogénico	1	0	1	0	
Mortalidad hospitalaria, n (%)	14 (12)	3 (3)	11 (55) ^{a,e}	1 (5) ^f	0,547 ^{a,d}
Mortalidad a los 6 meses, n (%)	20 (16)	9 (9)	11 (55) ^{a,e}	1 (5) ^f	0,547 ^{a,d}

* Comparación entre ventilación no invasiva y ventilación mecánica invasiva.

^a Test exacto de Fisher.

^b Representa la mediana y el índice intercuartil 25-75.

^c Representa el tiempo total en soporte ventilatorio, incluye ventilación no invasiva y ventilación mecánica invasiva.

^d Resultados de tablas de contingencia ajustadas para SAPS 3, según la prueba de Mantel-Haenszel,

^e p < 0,05 comparando éxito de la ventilación no invasiva frente a fracaso de la ventilación no invasiva.

^f p < 0,05 comparando fracaso de la ventilación no invasiva frente a ventilación mecánica invasiva.

NAV = neumonía asociada a la ventilación mecánica; SDRA = síndrome de dificultad respiratoria aguda; UCI = Unidad Cuidados Intensivos; LTSV = limitación de la terapia de soporte vital.

miológicos han registrado una amplia variación en el empleo de la VNI, entre el 27% y el 50%.^{2,11,12,18,31}

El teórico beneficio de los pacientes sometidos a VNI frente a aquellos con VMI no ha podido ser demostrado, a pesar de que los pacientes sometidos a VMI estaban más graves. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos en dos ensayos clínicos^{14,17} y dos estudios prospectivos^{15,16} que compararon la VNI con la VMI en pacientes con exacerbación de la EPOC y que no encontraron diferencias significativas en la tasa de complicaciones, la duración de la ventilación, la estancia en la UCI y la mortalidad. Las razones de esta disparidad de resultados entre los estudios

controlados frente a aquellos que reflejan la práctica clínica podemos encontrarla, en primer lugar, en la diferente situación clínica de los pacientes en el momento de iniciar el soporte ventilatorio. Tanto en nuestro trabajo como en diversos estudios que no mostraron diferencias significativas,¹⁴⁻¹⁶ los pacientes tenían un mayor grado de acidosis respiratoria y de deterioro neurológico en comparación con los del estudio de Stefan et al.¹⁸ Su mejor situación clínica podría explicar estancias en la UCI y hospitalaria tan cortas, al igual que una menor tasa de mortalidad.¹⁸ En segundo lugar, los otros trabajos no aportan información de la situación clínico-gasométrica en el momento del

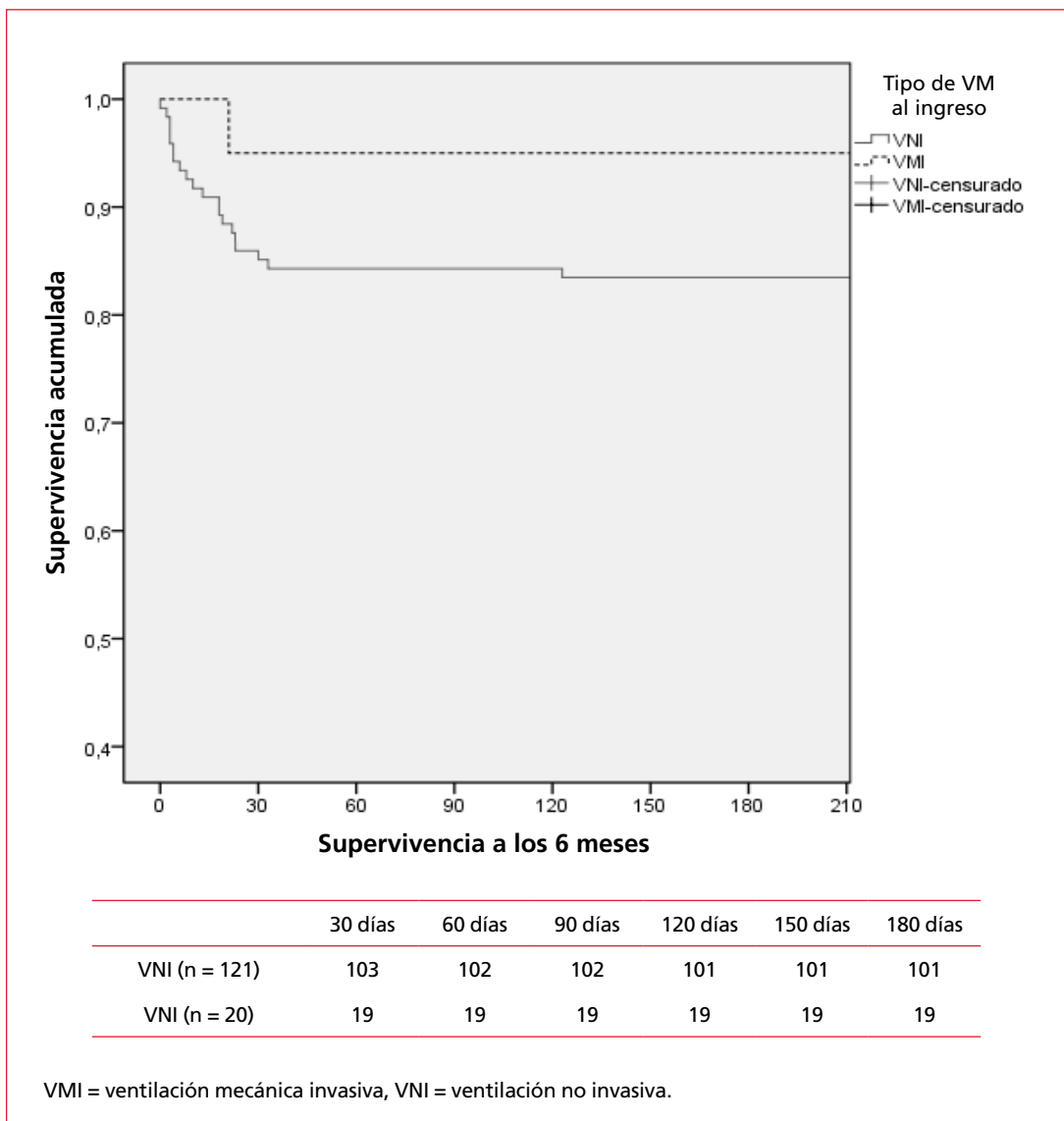


Figura 2. Análisis de supervivencia (Kaplan-Meier) que compara pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica con ventilación no invasiva frente a ventilación mecánica invasiva. Prueba del orden logarítmico no significativa ($p = 0,166$). En la tabla, se detalla el número de pacientes que sobreviven durante el período de estudio.

ingreso,^{12,13} así como tampoco qué enfermos han ingresado en la UCI,¹² salvo aquellos que han recibido VMI directamente o tras el fracaso de la VNI y que suponemos ingresaron en la UCI.

En nuestra serie, la mortalidad en la UCI del grupo de VMI es claramente inferior a las publicadas por otros trabajos, que rondan el 10-35%.^{9,10,12,18,32-36} Resulta llamativa la reducción progresiva de la tasa de mortalidad con el paso de los años, de entre el 22% y el 34% a finales de la década de 1990³²⁻³⁶ a unas tasas de entre el 10% y el 20%,^{10,12,18} en la primera década del presente siglo. Probablemente la razón principal

sería el desarrollo de la VNI como apoyo al destete, bien por fracaso de la desconexión, bien como medio de prevención del fracaso de la extubación.^{7,8} En este sentido, en nuestro estudio, se utilizó la VNI como apoyo al destete en un 30% de los pacientes sometidos a proceso de retirada de la ventilación mecánica y posterior extubación, lo que podría explicar la menor tasa de complicaciones y de mortalidad.

Las limitaciones de nuestro estudio se centran en las características propias retrospectivas, que nos han impedido poder recabar información que podría ser valiosa para el análisis del estudio, como podría

- Análisis retrospectivo de la ventilación mecánica no invasiva frente a la ventilación mecánica invasiva en pacientes con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en una Unidad de Cuidados Intensivos

ser, llegar a conocer la tasa de rechazos de ingreso en la UCI. En segundo lugar, el tamaño de la muestra probablemente haya influido en alcanzar una diferencia significativa en las tasas de mortalidad, a pesar de existir una diferencia clínica. Para evitar el factor de confusión, las tasas de mortalidad se ajustaron al nivel de gravedad de SAPS 3. En último lugar, la tendencia al empleo de la VNI como primera opción terapéutica, lo que puede haber influido en los resultados tan satisfactorios para la VMI.

Conclusiones

Podemos afirmar que, en pacientes con exacerbación de la EPOC ingresados en nuestra Unidad, la VNI ha sido la principal opción de soporte ventilatorio. Pese a ello, a la luz de nuestros resultados, no podemos afirmar que la VNI sea superior a la VMI. Por tanto, podemos considerar la aplicación de soporte ventilatorio invasivo como no invasivo en pacientes con exacerbación de la EPOC ingresados en la UCI.

Bibliografía

1. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) - Guía española de la EPOC (GesEPOC). Arch Bronconeumol 2012; 48S: 2-58.
2. Esteban A, Ferguson ND, O' Meade M, et al, for VENTILA Group. Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research. Am J Respir Crit Care Med 2008; 177: 170-177.
3. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Med 1995; 333: 817-822.
4. Keenan SP, Gregor J, Sibbald WJ, Cook D, Gafni A. Non-invasive positive pressure ventilation in the setting of severe, acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: more effective and less expensive. Crit Care Med 2000; 28: 2094-2102.
5. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill N. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive pressure ventilation. A systematic review of literature. Ann Intern Med 2003; 138: 861-870.
6. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliot MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. BMJ 2003; 326: 185-193.
7. International Consensus Conference in Intensive Care Medicine. Non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Intensive Care Med 2001; 27: 166-178.
8. Keenan SP, Sinuff T, Burns K, et al, as the Canadian Critical Care Trials Group. Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting. CMAJ 2011, doi:10.1503/cmaj.100071.
9. Chandra D, Stamm JA, Taylor B, et al. Outcomes of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998-2008. Am J Respir Crit Care Med 2012; 185: 152-159.
10. Carpe-Carpe B, Hernando-Arizaleta L, Ibáñez-Pérez MC, Palomar-Rodríguez JA, Esquinas-Rodríguez A. Evolución del uso de la ventilación no invasiva en enfermedad pulmonar obstructiva crónica en una región de española 1997-2010. Arch Bronconeumol 2013; 49: 330-336.
11. Walkey AJ, Soylemez Wiener R. Use of non-invasive ventilation in patients with acute respiratory failure, 2000-2009. A population-based study. Annals ATS 2013; 10: 10-17.
12. Tsai CL, Lee WY, Delclos GL, Hanania NA, Camargo CA. Comparative effectiveness of non-invasive ventilation vs invasive mechanical ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients with acute respiratory failure. J Hosp Med 2013; 8: 165-172.
13. Schnell D, Timsit JF, Darmon M, et al. Noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure: trends in use and outcomes. Intensive Care Med 2014; 40: 582-591.
14. Conti G, Antonelli M, Navalesi P, et al. Noninvasive vs conventional mechanical ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease after failure of medical treatment in the ward: a randomized trial. Intensive Care Med 2002; 28: 1701-1707.
15. Squadrone E, Frigerio P, Fogliati C, et al. Noninvasive vs invasive ventilation in COPD patients with severe acute respiratory failure deemed to require ventilatory assistance. Intensive Care Med 2004; 30: 1303-1310.
16. Scala R, Nava S, Conti G, et al. Non-invasive vs conventional ventilation to treat hypercapnic encephalopathy in chronic obstructive pulmonary disease. Intensive Care Med 2007; 33: 2101-2108.
17. Honrubia T, García López F, Franco N, et al, on behalf of the EMVIRA investigators. Noninvasive vs conventional mechanical ventilation in acute respiratory failure. Chest 2005; 128: 3916-3924.
18. Stefan MS, Nathanson BH, Higgins TL, et al. Comparative effectiveness of noninvasive and invasive ventilation in critically ill patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. Crit Care Med 2015; 43: 1386-1394.
19. Belenguer-Muncharaz A, Mateu-Campos ML, Rodríguez-Portillo J, et al. Analysis of use of ventilatory support in exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. X Panamerican-Iberian Meeting of Critical Care Medicine and Intensive Therapy; 2014 Jun 14-16; Madrid, Spain. Med Intensiva 2014; 38 SC: 105.
20. Metnitz GH, Moreno RP, Almeida E, et al, on behalf of the SAPS 3 Investigators. From evaluation of the patient to evaluation of the Intensive Care Unit. Part 1: Objectives, methods and cohort description. Intensive Care Med 2005; 31: 1336-1344.
21. Vincent JL, Moreno RP, Takala J, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the working on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med 1996; 22: 707-710.
22. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. J Chronic Dis 1987; 40: 373-383.
23. Celli BR, MacNee W and committee members. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. Eur Respir J 2004; 23: 932-946.
24. Estudio Nacional de Vigilancia de Infección Nosocomial en UCI (envin-helics). Grupo de Trabajo de Enfermedades Infecciosas y Sepsis de SEMICYUC. Manual de definiciones y términos. <http://hws.vhebron.net/envin-helics/Help%5CManual.pdf>
25. Mehta S, Hill N. Noninvasive ventilation. Am J Respir Crit Care Med 2001; 163(2): 540-577.

26. Antonelli M, Conti G. Noninvasive positive pressure ventilation as treatment for acute respiratory failure in critically ill patients. *Crit Care* 2000; 4: 15-22.
 27. Gladwin MT, Pierson DJ. Mechanical ventilation of the patient with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med* 1998; 24: 898-910.
 28. Solsona JF, Miró G, Ferrer A, Cabré L, Torres A. Los criterios de ingreso en UCI del paciente EPOC. Documento de reflexión SEMICYUC-SEPAR. *Med Intensiva* 2001; 25: 107-112.
 29. Fernández-Vivas M, González-Díaz G, Caturla-Such J, et al. Use of noninvasive ventilation in acute respiratory failure. Multicenter study in intensive care units. *Med Intensiva* 2009; 33: 153-160.
 30. Crimi C, Noto A, Princi P, Esquinas A, Nava S. A european survey of non-invasive ventilation practices. *Eur Respir J* 2010; 36: 362-369.
 31. Carlucci A, Richard JC, Wysocki M, Lepage E, Brochard L; the SRLF Collaborative Group on Mechanical Ventilation. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. An epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 874-880.
 32. Frutos-Vivar F, Esteban A, Anzueto A, et al, para el International Study Mechanical Ventilation Group. Pronóstico de los enfermos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica reagudizada que precisan ventilación mecánica. *Med Intensiva* 2006; 30: 52-61.
 33. Gursel G. Determinants of length of mechanical ventilation in patients with COPD in the intensive care unit. *Respiration* 2005; 72: 61-67.
 34. Lázaro Asensio A, López Mesa J, Aragón González C, Fernández A, Cerdá Cerdá E. Evolución a corto y largo plazo de 100 enfermos con EPOC tratados con ventilación mecánica. *Med Intensiva* 1990; 14: 245-248.
 35. Añón JM, García de Lorenzo A, Zarazaga A, Gómez-Tello V, Garrido G. Mechanical ventilation of patients on long-term oxygen therapy with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: prognosis and cost-utility analysis. *Intensive Care Med* 1999; 25: 452-457.
 36. Raurich JM, Pérez J, Ibañez J, Roig S, Batle S. Supervivencia hospitalaria y a los 2 años de los pacientes con EPOC agudizada y tratados con ventilación mecánica. *Arch Bronconeumol* 2004; 40: 295-300.
-

Metodología geométrica para la evaluación de la saturación arterial de oxígeno en pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos

DANIELA SUAREZ,¹ JAVIER RODRÍGUEZ,² SIGNED PRIETO,³ CATALINA CORREA,⁴ HENRY OLIVEROS,⁵ YOLANDA SORACIPA,⁶ DIEGO TAPIA,⁷ FREDDY BARRIOS,⁸ LUZ STELLA JIMÉNEZ,⁹ CAMILO ACUÑA¹⁰

- ¹ Estudiante de medicina, Centro de Investigaciones Clínica del Country, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia
- ² Director, Grupo Insight, Centro de Investigaciones Clínica del Country, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia
- ³ Investigadora, Grupo Insight, Centro de Investigaciones Clínica del Country, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia
- ⁴ Investigadora, Grupo Insight, Centro de Investigaciones Clínica del Country, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia
- ⁵ Coordinador, Unidad de Cuidados Posquirúrgicos, Hospital Militar Central, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia
- ⁶ Investigadora, Grupo Insight, Centro de Investigaciones Clínica del Country, Bogotá, Colombia
- ⁷ Investigador, Grupo Insight, Jerusalén, Israel
- ⁸ Estudiante de la Maestría en Salud Sexual y Reproductiva, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
- ⁹ Investigadora, Grupo Insight, Centro de Investigaciones Clínica del Country, Bogotá, Colombia
- ¹⁰ Físico. Investigador Grupo Insight, Santiago, Chile

Correspondencia:

Dr. Javier Rodríguez Velásquez
grupoinsight2025@yahoo.es

Financiación: Hospital Militar Central, Protocolo C025-2014.

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Palabras clave

- Sistemas dinámicos
- Fractal
- Saturación arterial de oxígeno
- Unidad de Cuidados Intensivos

Resumen

Introducción: En cardiología, la aplicación de teorías, como la de los sistemas dinámicos y la geometría fractal, han generado nuevos diagnósticos matemáticos que diferencian, de manera geométrica y cuantitativa, el comportamiento normal del enfermo a partir de la ocupación del atractor caótico cardíaco. El objetivo de este estudio fue desarrollar, en el contexto de la teoría de los sistemas dinámicos, una metodología de evaluación de la saturación arterial de oxígeno para pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Materiales y Métodos: Se seleccionaron 10 pacientes con diferentes enfermedades, provenientes de la Unidad de Cuidados Intensivos, a los cuales se les registró la saturación arterial de oxígeno durante su estancia en la Unidad, y se construyeron atractores caóticos en el mapa de retardo. Posteriormente, se establecieron cuantificaciones de los valores mínimos y máximos del atractor.

Resultados: Los valores máximos y mínimos de los atractores de la saturación de oxígeno variaron entre el 100% y el 70%, para los pacientes que fallecieron, mientras que para aquellos que vivieron, se mantuvo entre el 99% y el 85%.

Conclusiones: Se observó un comportamiento caótico asociado a la saturación arterial de oxígeno, cuantificable a partir de los valores máximos y mínimos hallados de la totalidad del atractor, estableciendo una nueva medida matemática y física del paciente crítico en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Key words

- Dynamical systems
- Fractal
- Arterial oxygen saturation
- Intensive Care Unit

Abstract

Introduction: In cardiology, the application of theories, such as dynamical systems and fractal geometry, has generated new mathematical diagnoses that differentiate geometrically and quantitatively the normal from the diseased behavior through the occupation of the cardiac chaotic attractor. The objective of this study was to develop, in the context of the dynamical systems theory, a methodology for the evaluation of arterial oxygen saturation in patients of the Intensive Care Unit.

Materials and Methods: Ten patients with different pathologies from the Intensive Care Unit were selected. The arterial oxygen saturation was recorded during their stay in the Intensive Care Unit and chaotic attractors were built in the delay map. Subsequently, quantifications of the minimum and maximum values of the attractor were established.

Results: The maximum and minimum values of the oxygen saturation attractors varied between 100% and 70% for patients who died, whereas for those who lived, saturation values between 99% and 85% were maintained.

Conclusions: A chaotic behavior associated with arterial oxygen saturation, quantifiable through the maximum and minimum values found in the entire attractor, was observed, establishing a new mathematical and physical measurement of the critical patient in the Intensive Care Unit.

Introducción

La teoría de los sistemas dinámicos nace a partir de los trabajos de Poincaré¹ en el siglo XIX. Dicha teoría estudia el estado y la evolución de los sistemas, a partir de la representación de sus variables dinámicas en el espacio de fases.² Este espacio geométrico permite graficar dichas variables originando atractores, los cuales pueden ser predecibles, como el punto y el ciclo, o impredecibles, como los atractores caóticos.² Estos últimos se caracterizan por su irregularidad y su medición se puede realizar a partir de la dimensión fractal con el método de *Box-Counting*.³

Las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) se han creado con el objetivo de proporcionar un cuidado in-

tegral a pacientes críticos, restableciendo el funcionamiento de los sistemas orgánicos cuando estos se ven alterados. Con este fin, se han desarrollado múltiples exámenes mediante los cuales se busca que los intensivistas cuenten con la mayor cantidad de información para lograr un monitoreo minucioso de los pacientes, ya sea intermitente o continuo, ayudando a prevenir procesos de agudización o la muerte.⁴ Dentro de estos exámenes se encuentra la evaluación de gases arteriales, que permite medir parámetros, como la saturación arterial de oxígeno (SaO_2); su uso permite evaluar la función respiratoria y el equilibrio ácido base, así como indicar si los mecanismos de ventilación funcionan correctamente.⁵

En el ámbito médico, se han desarrollado nuevas metodologías de análisis de las dinámicas fisiológicas

sobre la base de los sistemas dinámicos, que modificaron la forma de ver la relación entre normalidad y enfermedad; una de ellas evidenció que la excesiva regularidad o la elevada aleatoriedad se asocian a enfermedad, mientras que la normalidad se halla en un estado intermedio entre los dos mencionados,⁶ lo que ofrece una visión distinta de la homeostática convencional. A la luz de esta perspectiva, se establecieron índices predictivos de mortalidad en pacientes posinfartados y con fracción de eyección inferior al 35%, que lograron superar los parámetros convencionales.⁷

Continuando con esta línea de investigación, se han desarrollado nuevas metodologías diagnósticas para evaluar la dinámica cardíaca, aplicando para ello, teorías físicas y matemáticas. Entre ellas, se encuentra una metodología que evalúa la dinámica cardíaca a partir de la ocupación de los atractores caóticos cardíacos en un espacio fractal denominado espacio de *Box-Counting*; procedimiento que diferencia, de manera geométrica y con parámetros cuantitativos claros, la normalidad de la enfermedad aguda al margen de consideraciones causales.⁸ También, se desarrolló sobre la base de los sistemas dinámicos, una ley exponencial, mediante la cual se deducen todos los posibles atractores caóticos cardíacos discretos y se establecen diferencias cuantitativas entre normalidad y enfermedad, aspecto que fue corroborado a nivel clínico.⁹ Con esta metodología, se evaluaron las dinámicas cardíacas de pacientes con diagnóstico clínico de arritmia¹⁰ y se realizaron diagnósticos de los sistemas cardíacos neonatales¹¹ mediante la ocupación de los atractores en el espacio fractal de *box counting*, confirmando la aplicabilidad clínica y la reproducibilidad del método, mediante una prueba diagnóstica con una sensibilidad y una especificidad del 100%, y un coeficiente kappa de 1,^{12,13} corroborando la preponderancia de la teoría de sistemas dinámicos en el desarrollo de metodologías físico-matemáticas de aplicación en el ámbito clínico.

El propósito de este trabajo es desarrollar una metodología de evaluación de la SaO₂ que permita caracterizar matemáticamente su comportamiento, a partir de la teoría de los sistemas dinámicos.

Materiales y Métodos

En esta investigación, se realizan cálculos basados en reportes de exámenes prescritos previamente de acuerdo con protocolos establecidos de manera convencional, protegiendo el anonimato de los pacientes. No se llevan a cabo intervenciones directas a individuos y la información es tomada de bases de datos de la UCI del Hospital Militar Central de pacientes que estuvieron internados en la Unidad. Previa autorización del Comité de Ética institucional, se seleccionaron 10 casos de pacientes con diferentes patologías

provenientes de la UCI posquirúrgica del Hospital Militar Central, todos mayores de 21 años, sin distinción de sexo, enfermedades o antecedentes clínicos, a quienes se les había medido y registrado la SaO₂ durante su estancia en la UCI posquirúrgica. La evaluación de gases arteriales fue realizada como parte de los procedimientos normales programados por el especialista, que suelen efectuarse con el fin de determinar la eficacia de procedimientos invasivos, tales como la intubación o la ventilación mecánica, o de hacer un seguimiento del estado metabólico, del funcionamiento pulmonar o de otras funciones. El análisis de gases arteriales se llevó a cabo en un equipo COBAS b221 y la SaO₂ medida fue consultada en la base de datos donde se guardaban los reportes clínicos de los pacientes que ingresan en la UCI posquirúrgica.

Se tomaron todos los valores reportados de la SaO₂ de cada paciente durante su estancia en la UCI. La cantidad y la frecuencia de las determinaciones de estos valores varían según el criterio médico y la necesidad de cada caso particular; se pueden efectuar hasta tres registros diarios o bien registros con intervalos de hasta tres días entre ellos. Se emplearon los valores de la SaO₂ para generar los atractores caóticos; para ello, se formaron parejas ordenadas a partir de los valores consecutivos de la saturación. Estos valores fueron posteriormente llevados a un mapa de retardo, que es un espacio abstracto de dos o más dimensiones, en el cual se grafican pares ordenados de valores sucesivos en el tiempo de una variable dinámica, de modo que las variables fisiológicas evaluadas se transforman en variables del sistema dinámico. El establecimiento de los valores máximos y mínimos del atractor que representa la SaO₂ permitió una cuantificación objetiva de la dinámica de esta variable para cada paciente.

Resultados

En la Tabla 1, se enumeran los diagnósticos de los pacientes seleccionados. Los valores máximos y mínimos ocupados por los atractores de SaO₂ variaron entre el 100% y el 70% para aquellos con egreso muerto de la UCI, y entre el 99% y el 85% para los que sobrevivieron (Tabla 2). Las Figuras 1 y 2 muestran dos atractores: el primero, del paciente 5, con egreso vivo, y el segundo, del paciente 9, con egreso muerto, mientras que, en la Figura 3 se presenta la superposición de ambos, que evidencia el tamaño mayor del que tuvo egreso vivo.

Discusión

Este es el primer trabajo físico y matemático que caracteriza la SaO₂ en la UCI, a partir de la teoría de los sistemas dinámicos, cuantificando objetivamente la dinámica de esta variable para cada paciente, in-

TABLA 1
 Información de los pacientes provenientes de la Unidad de Cuidados Intensivos

Paciente	Edad	Días de estancia	Diagnóstico
1	71	20	Accidente cerebrovascular isquémico Asma bronquial Enfermedad pulmonar obstructiva crónica descompensada Hipertensión arterial sistémica Neumonía intrahospitalaria Cardiopatía dilatada
2	69	14	Absceso hepático Pancreatitis necrohemorrágica Posoperatorio de colecistectomía
3	73	15	Cáncer de cualquier origen Tromboembolismo pulmonar Shock séptico Sepsis abdominal Hidrocolecisto
4	85	21	Cáncer de cualquier origen Aneurisma de aorta abdominal Broncoaspiración Coagulación intravascular diseminada Neumonía intrahospitalaria
5	72	12	Aneurisma de aorta abdominal Shock hipovolémico Coagulopatía dilucional
6	65	16	Cáncer de cualquier origen Hemorragia de vías digestivas altas Edema cerebral Neumonía intrahospitalaria Posoperatorio de toracotomía
7	73	11	Cáncer de cualquier origen Shock hemorrágico Insuficiencia renal aguda Isquemia miocárdica Colecistitis aguda
8	78	11	Absceso hepático Empiema Enfermedad pulmonar obstructiva crónica descompensada Diabetes Mellitus tipo 2 Sepsis pleuropulmonar
9	81	10	Cáncer de cualquier origen Aneurisma de aorta abdominal Insuficiencia renal aguda Neumonía intrahospitalaria
10	78	14	Absceso hepático Neumonía intrahospitalaria Síndrome de dificultad respiratoria aguda Sepsis pleuropulmonar Shock séptico

■ Metodología geométrica para la evaluación de la saturación arterial de oxígeno en pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos

TABLA 2
Valores máximos y mínimos del atractor de SaO₂ de los
pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos seleccionados
para el estudio

N°	Atractor SaO ₂		Egreso
	Máx. %	Mín. %	
1	98	92	V
2	98	88	V
3	100	90	M
4	99	70	M
5	99	87	V
6	97	77	M
7	96	91	V
8	97	88	M
9	98	90	M
10	96	85	V

Máx. = máximo, mín. = mínimo espacio ocupado.
Condición de egreso: V = vivo, M = muerto.

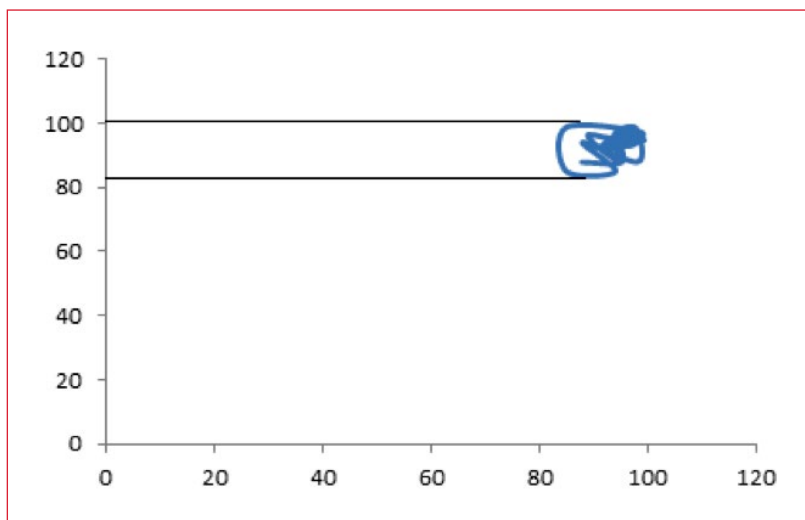


Figura 1. Atractor de SaO₂ de paciente con egreso vivo de la Unidad de Cuidados Intensivos. La prolongación de las líneas negras del eje y son las que determinan los valores máximos y mínimos ocupados por el atractor.

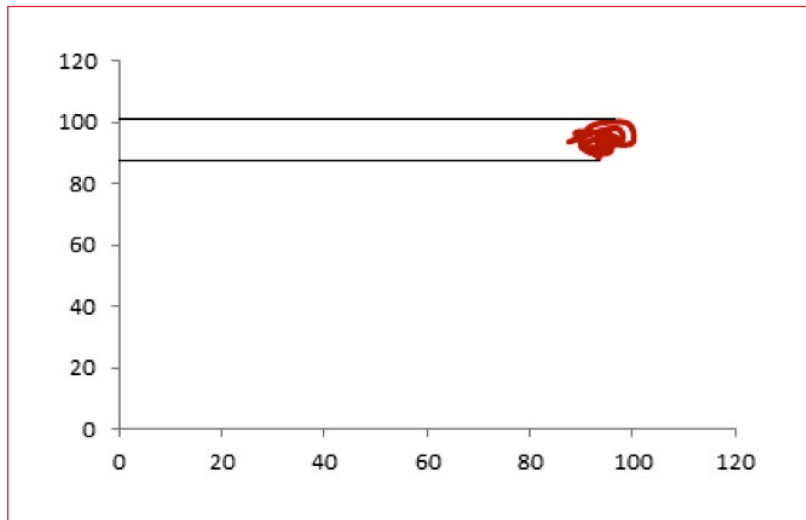


Figura 2. Atractor de SaO_2 de paciente con egreso muerto de la Unidad de Cuidados Intensivos. La prolongación de las líneas negras del eje y son las que determinan los valores máximos y mínimos ocupados por el atractor.

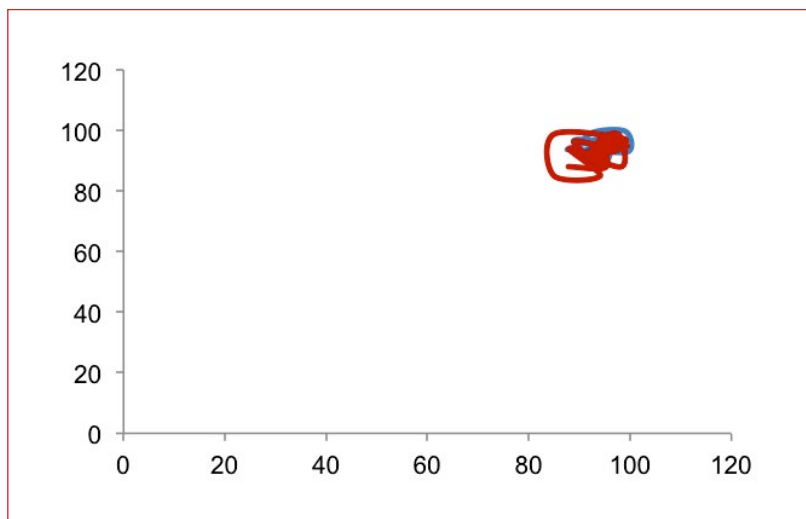


Figura 3. Superposición de los atractores de las figuras 1 y 2. Rojo: atractor figura 1; azul: atractor figura 2.

dependientemente de consideraciones poblacionales. Esta metodología podría, en el futuro, emplearse como un nuevo sistema de medida que permita hacer distinciones físicas y matemáticas más precisas, que contribuyan al correcto seguimiento hemodinámico del paciente crítico en la UCI. También, sería posible optimizar la evaluación de la evolución del paciente mediante el análisis matemático de la dinámica de la SaO_2 , junto con el análisis de otras variables hemodinámicas, como la frecuencia cardíaca o la saturación venosa de oxígeno, entre otras.

Dado que la metodología se basa en una perspectiva metodológica acausal, donde se busca establecer órdenes físico-matemáticos, al margen del análisis de relaciones causales, las variables hemodinámicas desde la perspectiva fisiológica y epidemiológica convencional se transforman en variables físico-matemáticas de un sistema dinámico, lo que demuestra un comportamiento caótico, al margen de factores poblacionales, como sexo, enfermedades previas o actuales, edad (si es >21 años), o aspectos como la temperatura, entre otros. Adicionalmente, se abstraen consideraciones

sobre la variación del valor de SaO_2 respecto a parámetros como la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2), que es determinada manualmente por el personal médico en las UCI, pues el objetivo de la presente investigación es evidenciar el comportamiento caótico del sistema, más allá de las intervenciones clínicas que lo afecten. Por las características físico-matemáticas de este estudio, no se tuvo en consideración el análisis de los factores mencionados, pues el objetivo es realizar una caracterización del comportamiento matemático de la SaO_2 como una variable dinámica en el contexto de la teoría del caos, encontrando un orden matemático subyacente que no depende de otras variables, pues no es un análisis multicausal o estadístico y, en su lugar, se orienta hacia el comportamiento matemático intrínseco del fenómeno, que permite evaluar cada caso particular.

En la literatura médica, algunos estudios han hallado que la evaluación de los cambios de la saturación de oxígeno utilizando un oxímetro de pulso (SpO_2) no predice confiablemente cambios equivalentes en la SaO_2 , tendiendo a sobrestimar los cambios reales en la SaO_2 ,¹⁴ por lo que se deben desarrollar otros trabajos en este sentido. También, se atribuyen, en muchos casos, a diferencias por la precisión y la exactitud de la medida en la marca y las características del equipo que hace la medición.¹⁵ Sin embargo, hay otros estudios en los que no se reportan diferencias significativas en la confiabilidad o los valores de la SaO_2 obtenida por oximetría de pulso respecto a la hemogasometría convencional.¹⁶ Al respecto, cabe suponer que el comportamiento de esta variable será caótico, independientemente del origen de los datos.

Estudios recientes demuestran que los fundamentos físicos y matemáticos de la presente metodología⁸ pueden contribuir a un análisis más óptimo de otras variables hemodinámicas, como ya se ha hecho para la evaluación de la dinámica cardíaca del adulto.^{8-10,12,14} A partir de la configuración geométrica de los atractores normales y enfermos, evaluados en el espacio generalizado de *box counting*, se puede observar claramente hacia donde tiende el sistema cardíaco a medida que va evolucionando la enfermedad. Se halló que, a medida que la dinámica cardíaca del paciente tiende a un estado de agudización, el atractor va disminuyendo su tamaño.¹³ De manera análoga, al evaluar la ocupación espacial del atractor cardíaco neonatal antes de darse la manifestación clínica de sepsis, el atractor cardíaco normal se halló en medio de los atractores cardíacos evaluados seis y tres horas antes del episodio de sepsis.¹¹ La cuantificación lograda con los atractores para la SaO_2 , sugiere la posibilidad de evaluar la evolución de la variable a medida que el paciente se acerca a la muerte o a un desenlace positivo, lo que se analizaría en futuros estudios con un mayor número de pacientes.

Desde esta misma línea de investigación, se han desarrollado otras metodologías, como una fundamentada en la teoría de la probabilidad y las proporciones de entropía, con la cual se evaluó el comportamiento dinámico cardíaco normal, con enfermedad crónica, enfermedad aguda y evolución entre estos estados,¹⁷ en el contexto de una prueba diagnóstica cuya sensibilidad y especificidad fueron del 100% y el coeficiente kappa fue 1. Se han efectuado pruebas diagnósticas que evidencian la aplicabilidad clínica y la reproducibilidad de la metodología en estudios ciegos, llevados a cabo con 450 y 600 registros Holter con diferentes patologías.^{18,19} En el caso particular del estudio de la dinámica cardíaca de pacientes de la Unidad de Cuidados Coronarios, la metodología logró predecir, de manera cuantitativa, la evolución hacia un estado de agudización, aun cuando el paciente no tuviera síntomas clínicamente evidentes.²⁰⁻²²

En otros escenarios de la medicina, se han logrado resultados de utilidad clínica y experimental desde teorías físicas y matemáticas, como en el caso de la medición de arterias en modelos experimentales de restenosis coronaria,^{23,24} el diagnóstico de alteraciones preneoplásicas y neoplásicas de cuello uterino,²⁵⁻²⁸ la morfofisiología del eritrocito,^{29,30} la predicción de péptidos de unión en inmunología,^{31,32} la predicción de la dinámica de epidemias, como el dengue y el paludismo en Colombia,^{33,34} o la predicción del número de linfocitos T CD4 en pacientes con virus de la inmunodeficiencia humana/SIDA,^{35,36} lo que confirma la eficacia del uso de esta perspectiva de investigación en medicina.

Agradecimientos

A los doctores Luz Mabel Ávila, Luis Castro, Tito Tulio Roa, Jorge Ospina, Alfonso Correa, Adriana Lizbeth Ortiz, Silvia Ortiz; a Jaime Sánchez, Juan Camilo Benítez y Juan Alexander Rojas.

A las directivas de la Universidad Militar Nueva Granada y a la Facultad De Medicina.

A nuestros hijos.

Bibliografía

1. Núñez H. Poincaré, la mecánica clásica y el teorema de la recurrencia. *Rev Mex Fis* 2013; 59: 91-100.
2. Peitgen H, Jurgens H, Saupe D. *Chaos and fractals; new frontiers of science*. New York: Springer; 1992.
3. Mandelbrot B. Árboles jerárquicos o de clasificación y la dimensión. En: Mandelbrot B. *Los Objetos Fractales*, Barcelona: Tusquets Eds. S.A.; 2000: 161-166.
4. Kress J, Hall J. Care of the hospitalized patient. Principles of critical care. En: Kasper D, Braunwald E, Anthony S, et al. *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 16.^a ed. McGraw-Hill; 2006.

5. Jimenez L, Montero FJ. *Medicina de Urgencias y Emergencias: Guía Diagnóstica y Protocolos de Actuación*, 3ª ed., Madrid: Elsevier; 2006.
6. Goldberger A, Amaral L, Hausdorff JM, et al. Fractal dynamics in physiology: alterations with disease and aging. *PNAS* 2002; 99: 2466-2472.
7. Huikuri HV, Makikallio T, Peng CK. Fractal correlation properties of R-R interval dynamics and mortality in patients with depressed left ventricular function after and acute myocardial infarction. *Circulation* 2000; 101: 47-53.
8. Rodríguez J, Prieto S, Avilán N, et al. Nueva metodología física y matemática de evaluación del Holter. *Rev Colomb Cardiol* 2008; 15: 50-54.
9. Rodríguez J. Mathematical law of chaotic cardiac dynamic: Predictions of clinic application. *J Med Med Sci* 2011; 2(8): 1050-1059.
10. Rodríguez J, Narváz R, Prieto S, et al. The mathematical law of chaotic dynamics applied to cardiac arrhythmias. *J. Med Med Sci* 2013; 4(7): 291-300.
11. Rodríguez J, Prieto S, Flórez M, et al. Physical-mathematical diagnosis of cardiac dynamic on neonatal sepsis: predictions of clinical application. *J Med Med Sci* 2014; 5(5): 102-108.
12. Rodríguez J, Prieto S, Bernal P, et al. Nueva metodología de ayuda diagnóstica de la dinámica geométrica cardíaca. Dinámica cardíaca caótica del Holter. *Rev Acad Colomb Cienc* 2011; 35(134): 5-12.
13. Rodríguez J, Correa C, Melo M, et al. Chaotic cardia claw: developing predictions of clinical application. *J Med Med Sci* 2013; 4(2): 79-84.
14. Perkins G, McAuley D, Giles S, Routledge H, Gao F. Do changes in pulse oximeter oxygen saturation predict equivalent changes in arterial oxygen saturation? *Crit Care* 2003; 7(4): R67-R71.
15. Mejía H, Mejía M. Oximetría de pulso. *Rev Bol Ped* 2012; 51(2): 149-155.
16. Ayala J, Padrón A, Brunet R, et al. Comparación de la saturación arterial de oxígeno por oximetría de pulso y gasometría arterial. *Rev Cub Med Int Emerg* 2003; 2(2): 21-26.
17. Rodríguez J. Entropía proporcional de los sistemas dinámicos cardíacos: predicciones físicas y matemáticas de la dinámica cardíaca de aplicación clínica. *Rev Colomb Cardiol* 2010; 17: 115-129.
18. Rodríguez J, Prieto S, Domínguez D, et al. Mathematical-physical prediction of cardiac dynamics using the proportional entropy of dynamic systems. *J Med Med Sci* 2013; 4(8): 370-381.
19. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, et al. Proportional entropy applied to the clinical diagnostic of cardiac dynamic: blind study with 600 Holter. The 61st Annual Conference of the Israel Heart Society in association with The Israel Society of Cardiothoracic Surgery, 2014.
20. Rodríguez J, Prieto S, Bernal P, et al. Entropía proporcional aplicada a la evolución de la dinámica cardíaca. Predicciones de aplicación clínica. En: Rodríguez L. *La Emergencia de los Enfoques de la Complejidad en América Latina*, Buenos Aires: Comunidad Editora Latinoamericana; 2015, t. I, págs. 247-264.
21. Rodríguez J. Proportional entropy applied to the clinic prediction of cardiac dynamics. ICI Meeting 2012, Tel Aviv, Israel, 2012.
22. Rodríguez J. Mathematics physical assessment of cardiac dynamics based on theory of probability and proportions of entropy in the intensive care unit for patients with arrhythmia, International Conference on Medical Physics, 2015 Birmingham, UK.
23. Rodríguez J, Mariño M, Avilán N, Echeverri D. Medidas fractales de arterias coronarias en un modelo experimental de reestenosis. Armonía matemática intrínseca de la estructura arterial. *Rev Colomb Cardiol* 2002; 10: 65-72.
24. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, et al. Theoretical generalization of normal and sick coronary arteries with fractal dimensions and the arterial intrinsic mathematical harmony. *BMC Medical Physics* 2010; 10: 1-6.
25. Rodríguez J. Nuevo método fractal de ayuda diagnóstica para células preneoplásicas del epitelio escamoso cervical. *Rev UDCA Act & Div Cient* 2011; 14(1): 15-22.
26. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, et al. Generalización fractal de células preneoplásicas y cancerígenas del epitelio escamoso cervical. Una nueva metodología de aplicación clínica. *Rev Fac Med* 2010; 18(2): 173-181.
27. Prieto S, Rodríguez J, Correa C, Soracipa Y. Diagnosis of cervical cells based on fractal and Euclidian geometrical measurements: Intrinsic Geometric Cellular Organization. *BMC Med Phys* 2014; 14(2):1-9.
28. Rodríguez J, Prieto S, Catalina C, et al. Geometrical nuclear diagnosis and total paths of cervical cell evolution from normality to cancer. *J Cancer Res Ther* 2015; 11(1): 98-104.
29. Correa C, Rodríguez J, Prieto S, et al. Geometric diagnosis of erythrocyte morphophysiology. *J Med Med Sci* 2012; 3(11): 715-720.
30. Rodríguez J, Prieto S, Correa S, et al. Simulación de estructuras eritrocitarias con base en la geometría fractal y euclidiana. *Archivos de Medicina (Manizales)* 2014; 14(2): 276-284.
31. Rodríguez J. Teoría de unión al HLA clase II: teoría de probabilidad, combinatoria y entropía aplicadas a secuencias peptídicas. *Inmunología* 2008; 27(4): 151-166.
32. Rodríguez J, Bernal P, Prieto S, Correa C. Teoría de péptidos de alta unión de malaria al glóbulo rojo. Predicciones teóricas de nuevos péptidos de unión y mutaciones teóricas predictivas de aminoácidos críticos. *Inmunología* 2010; 29(1): 7-19.
33. Rodríguez J. Método para la predicción de la dinámica temporal de la malaria en los municipios de Colombia. *Rev Panam Salud Pública* 2010; 27(3): 211-218.
34. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, et al. Dinámica de la epidemia del dengue en Colombia: predicciones de la trayectoria de la epidemia. *Rev Fac Med* 2013; 21(1): 38-45.
35. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, et al. Predictions of CD4 lymphocytes' count in HIV patients from complete blood count. *BMC Med Phys* 2013; 13: 3.
36. Rodríguez J, Prieto S, Melo M, et al. Predicción del número de linfocitos T CD4 en sangre periférica a partir de teoría de conjuntos y probabilidad en pacientes con VIH/SIDA. *Inmunología* 2014; 33: 113-120.

Mirada de la población adolescente sobre aspectos bioéticos en el paciente crítico: un estudio en 848 jóvenes escolarizados

PASCUAL VALDEZ, *# GERARDO PERAZZO, *# LILIANA PIERINI, *# CLAUDINA RODRÍGUEZ, * ANA REY, *# HÉCTOR CASTROGIOVANNI, * BIBIANA ABAB, *# JULIA FEDERICE, * LEONARDO VASTA, *# JOSEFINA RULLO, * DANIEL ELISABE **#

* Comité de Bioética

** Exjefe de Terapia Intensiva Hospital de Agudos "Dalmacio Vélez Sarsfield"

Docente, Universidad de Buenos Aires

Correspondencia:

Dr. Pascual Valdez

rpascual46@gmail.com

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Palabras clave

- Bioética
- Directivas anticipadas
- Adolescentes
- Aborto
- Eutanasia

Resumen

Objetivos: Cuantificar donantes, personas que aceptan tratamientos invasivos, que firmarían órdenes de no reanimar, que avalarían transfusiones a personas contra su voluntad, que aceptan el aborto, la eutanasia y la investigación experimental, en todos los casos vinculando la respuesta con fundamentaciones.

Materiales y Métodos: Diseño prospectivo, de observación, longitudinal, analítico. En 2007-2008, se estudiaron 848 adolescentes de 13 escuelas públicas de enseñanza media del área de responsabilidad de un hospital del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en quienes se aplicó una encuesta autoadministrada abierta-cerrada. Se interrogó sobre situaciones vinculadas a aspectos bioéticos.

Resultados: Los donantes representan el 75% de la muestra, el 46% desea que le implementen todo tratamiento posible, el 30% firmaría una orden de no reanimación, el 32% avala las transfusiones a Testigos de Jehová, el 57% acepta el aborto; el 81%, la eutanasia; el 62%, la investigación experimental. No hay diferencias de aceptación del aborto y la eutanasia entre católicos y no creyentes (p 0,10 y 0,30, respectivamente). En el análisis multivariado, la implementación de todo tipo de tratamiento se vinculó a no firmar una orden de no reanimar (p 0,0000) y a no respetar la voluntad de los Testigos de Jehová (p 0,0024). La aceptación de la eutanasia se vincula con la aceptación de aborto (p 0,0000) y firmar una orden de no reanimar (p 0,0266).

Conclusiones: Los valores más votados fueron la veracidad y la justicia. La escuela media es un sitio de alto impacto para educar en bioética y derechos de ciudadanía.

Key words

- Bioethics
- Advance directives
- Teenagers
- Abortion
- Euthanasia

Abstract

Objectives: To quantify donors, people who would accept invasive treatments, who would sign orders not to resuscitate, who would support transfusions to persons against their will, who would accept abortion, euthanasia, and experimental research, in all cases supporting their choices with foundations.

Materials and Methods: Prospective, observational, longitudinal and analytical study. During 2007-2008, 848 teenagers belonging to 13 public high schools in the area of responsibility of a hospital from Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires were studied. They were given a self-administered opened-closed survey which included questions about situations linked to bioethical aspects.

Results: Donors represent 75% of the sample, 46% wish to get any possible treatment, 30% would sign a do-not-resuscitate order, 32% support transfusions to Jehovah's Witnesses, 57% accept abortion, 81% euthanasia, 62% experimental research. There are no differences on acceptance of abortion and euthanasia between Catholics and non-believers (p 0.10 and 0.30, respectively). In the multivariate analysis, the implementation of all kinds of treatment was linked to a refusal to sign a do-not-resuscitate order (p 0.0000) and to not respecting the will of the Jehovah's Witnesses (p 0.0024). The acceptance of euthanasia links itself, in the analysis multivariate, to accepting abortion (p 0.0000) and to signing a do-not-resuscitate order (p 0.0266).

Conclusions: The majority vote is in favor of veracity and justice. High school is a high impact point to educate on bioethics and rights of citizenship.

Introducción

“No todos somos o seremos médicos alguna vez. Pero todos, absolutamente todos, alguna vez fuimos, somos y seremos pacientes. Por esta razón, todos debemos conocer qué es la bioética”.¹

Aquí se alude a la importancia del conocimiento poblacional de la bioética, sin dejarla reservada a los filósofos en su génesis, ni a los agentes de salud en su aplicación: toda la comunidad debe tener conceptos de esta disciplina, lo que implica contar con una herramienta más para poder ejercer derechos de ciudadanía.

Pero más allá de estas declamaciones y reflexiones, ¿cuál es la estrategia para su implementación en los ciudadanos? Consideramos que, en la escuela, así como se enseñan matemáticas e historia, también, se debería enseñar bioética. Los estudiantes pueden comprender e integrar los temas de estudio con la realidad cotidiana, reconocer que, aunque el currículo se ordena y divide en materias, los problemas de la vida no están compartimentados en ciencia, técnica y ética.

De la vasta literatura existente en el tema, la gran mayoría hace referencia a estudios, encuestas a profesionales, reflexiones filosóficas, opiniones de expertos. Es ínfima la referencia en la literatura a opiniones poblacionales. En un estudio reciente de 127 adultos, se halló que el 62,99% acepta el tratamiento invasivo,

el 66,14% firmaría una orden de no reanimar (ONR), el 77,16% avala las transfusiones a Testigos de Jehová; el 55,11% acepta el aborto; el 54,33%, la investigación experimental y el 74,01%, la eutanasia.² Otro estudio muestra que el 23,62% de los encuestados son donantes, la principal causa de no donar es el miedo y la desconfianza, la principal causa de la donación es la solidaridad.³

En abril de 2001, después de la aprobación de la eutanasia en Holanda, un sondeo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires arrojó que el 55% de los consultados aprobaba la eutanasia y el 56% la aceptaría aun para un familiar cercano.

El avance de la tecnología ha posibilitado posponer la muerte (la expectativa de vida ha aumentado 10 años en las últimas cinco décadas), pero muchas veces, solo prolonga el proceso de agonía sin prolongar la vida. Estas medidas invasivas se desarrollan en las Unidades de Cuidados Intensivos y el ingreso en ellas es motivado por el peligro de muerte inminente a causa de una enfermedad aguda, o bien por la descompensación grave de un mal de curso crónico. El consentimiento informado y el respeto por la autonomía de las decisiones de los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos es un tema muy controvertido.

La práctica actual se enfrenta a reflexiones cuyas respuestas son problemáticas: ¿existe un deber absoluto de vivir? Aunque este sea con sufrimiento y

dolor, ¿se debe optar siempre por la prolongación de la vida sin tener en cuenta la dignidad o la más mínima calidad? ¿Cuál es el límite de la tolerancia? ¿Se debe postergar la muerte a cualquier costo? ¿La vida puede tener preeminencia sobre la autonomía y la intimidad? ¿Sobre quién recae esta autonomía cuando el paciente se encuentra críticamente comprometido o en sus momentos finales?

Tal como se ha planteado al inicio, respecto a trabajar con la ciudadanía desde el ámbito escolar, se plantea primero hacer un diagnóstico situacional acerca del pensamiento de los adolescentes sobre esta temática, y este es el tema que origina esta investigación.

Los objetivos de este trabajo son:

1. Cuantificar donantes, personas que aceptan tratamientos invasivos, que firmarían ONR, que avalarían transfusiones a personas contra su voluntad, que aceptan el aborto, la eutanasia, la investigación experimental, en todos los casos vinculando la respuesta con fundamentaciones.
2. Cuantificar opiniones y mitos acerca del proceso donación-trasplante.
3. Jerarquizar (a partir de situaciones hipotéticas) principios y valores bioéticos desde la óptica de los adolescentes escolarizados.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo un estudio prospectivo, de observación, longitudinal y analítico.

La población se definió según los siguientes criterios:

- a. Criterios de inclusión: Alumnos de 3.º a 5.º año de escuelas del área de responsabilidad del Hospital de Agudos “Dalmacio Vélez Sarsfield”, del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- b. Criterios de exclusión y eliminación: Ninguno.
- c. Período: 2007-2008.
- d. Lugar: Escuelas laicas públicas y privadas, escuelas cristianas católicas.

Muestreo

El muestro fue al azar por aulas. El día de la actividad, la Dirección de la escuela asignaba el aula que se encuestaría y se abordaron todas las aulas de la región. Fueron encuestados 848 adolescentes. Hay 6000 estudiantes entre 3.º y 5.º año, en las escuelas del área programática (públicas y privadas), y se encuestó al 14%. El número final fue el resultado de encuestar un aula por escuela (alrededor de 50 estudiantes por escuela), asignada por la Dirección.

Metodología

Se aplicó una encuesta autoadministrada abierta-cerrada a grupos de alumnos, diseñada *ad hoc* (refinada de un estudio previo en una población adulta),

con una duración de 45 minutos, sobre situaciones bioéticas en el paciente crítico. La encuesta aclara conceptos que esta población puede desconocer; no obstante, cuando surgía una duda conceptual, esta era aclarada por el encuestador.

Estadística

Se realizó estadística descriptiva que incluyó media \pm error estándar (ES) e intervalo de confianza del 95% (IC95%) de la media y porcentajes con sus IC95%.

Se utilizó estadística inferencial con la prueba de ji al cuadrado y se consideró significativo un valor $p < 0,05$. Se utilizaron además el riesgo relativo e IC95%.

Resultados

Se encuestaron 848 alumnos, de los cuales 488 eran mujeres (57,54%). La edad media \pm ES fue de 16.64 ± 0.06 años (IC95%: 16.52, 16.76). El 65,09% eran católicos, el 20,75% no tenía religión y el resto se repartió entre evangelistas, judíos, protestantes y Testigos de Jehová.

El 75,50% sería donante. Los argumentos se detallan en las Figuras 1 y 2. El 40,21% ha discutido con su familia sobre la donación o no de sus órganos. El 76,41% cree que el comercio de órganos es factible, y culpan a situaciones que se muestran en la Figura 3. El 56,01% tiene miedo a la extracción prematura de sus órganos. En las Figuras 4 y 5, se muestran las respuestas a las preguntas sobre las causas de la escasa donación en nuestro país y cómo aumentaría la donación.

El 46,22% desea que le implementen todos los tratamientos posibles en una situación terminal. En las Figuras 6 y 7, se detallan los argumentos para aceptar o no los tratamientos.

El 30,7% firmaría una ONR. El 32,19% respeta la postura de no aceptar transfusiones de los Testigos de Jehová. Los fundamentos para una u otra situación se detallan en las Figuras 8 y 9.

Al realizar un *ranking* de principios y valores sobre la base del voto de situaciones, se observa que la veracidad (como valor) es el más votado, seguido de la justicia ($p X^2 0,0001$) (Tabla 1).

El 56,95% acepta el aborto; sus argumentos a favor y en contra se muestran en las Figuras 10 y 11. Al comparar la aceptación del aborto según la religión, se observa que no hay diferencias de aceptación entre católicos y no creyentes, ni tampoco entre católicos y otras religiones, pero sí hay diferencias entre no creyentes y otras religiones diferentes del Catolicismo con mayor aceptación entre los no creyentes (Tabla 2).

El 62,62% acepta la investigación experimental. Sus argumentos a favor y en contra se muestran en las Figuras 12 y 13.

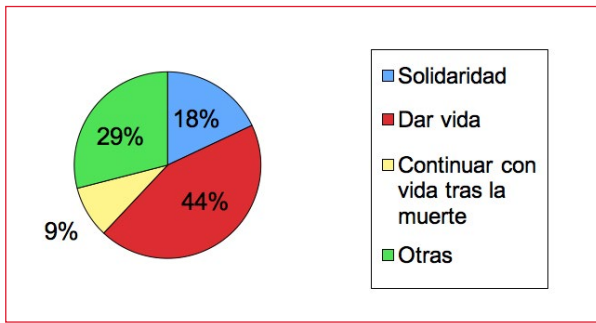


Figura 1. Causas de donación.

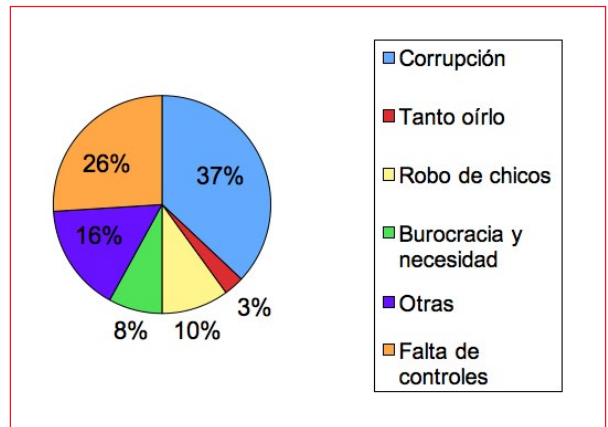


Figura 3. Causas factibles de comercio.

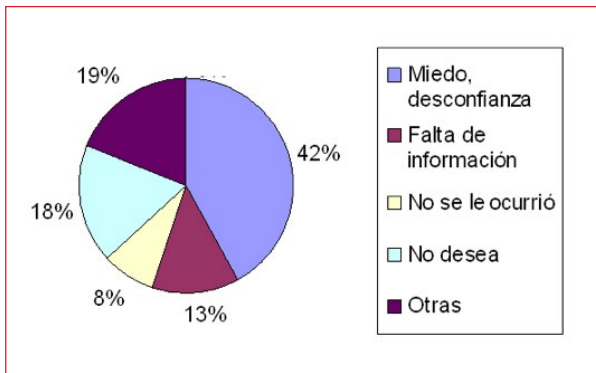


Figura 2. Causas de no donación.

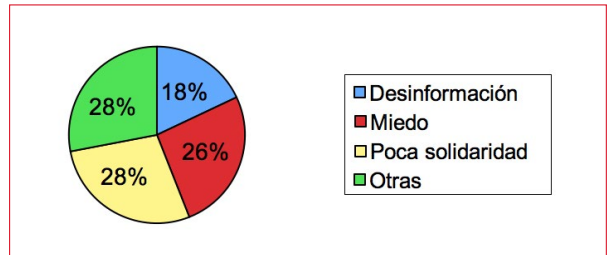


Figura 4. Causas de baja donación.

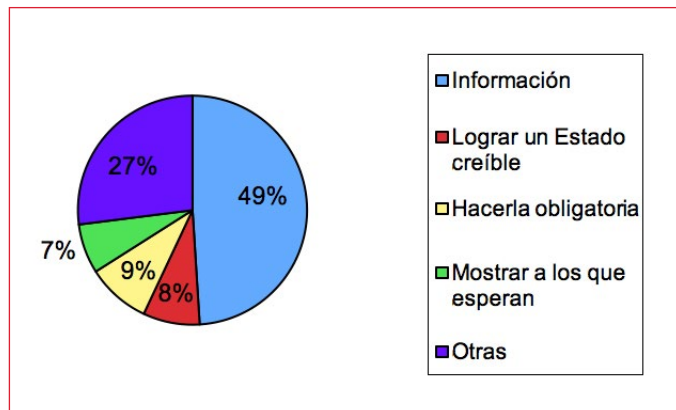


Figura 5. Cómo aumentar la donación.

■ Mirada de la población adolescente sobre aspectos bioéticos en el paciente crítico: un estudio en 848 jóvenes escolarizados

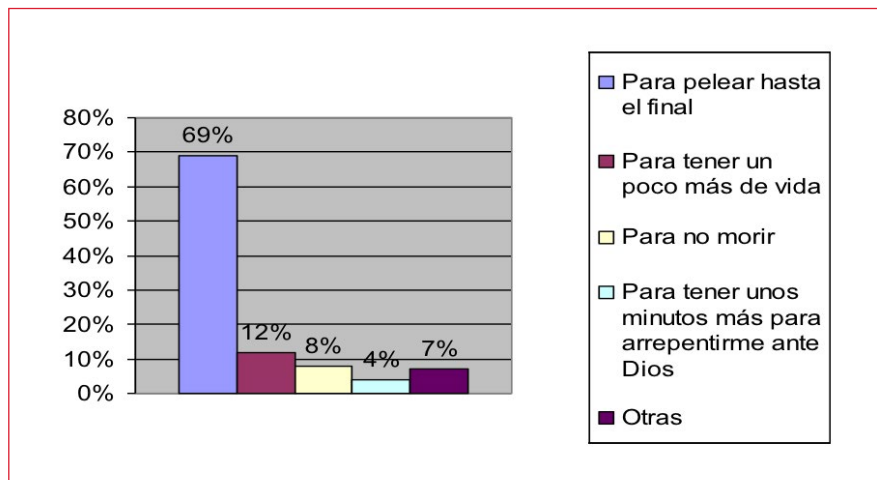


Figura 6. ¿Por qué aceptaría todo tipo de tratamientos?

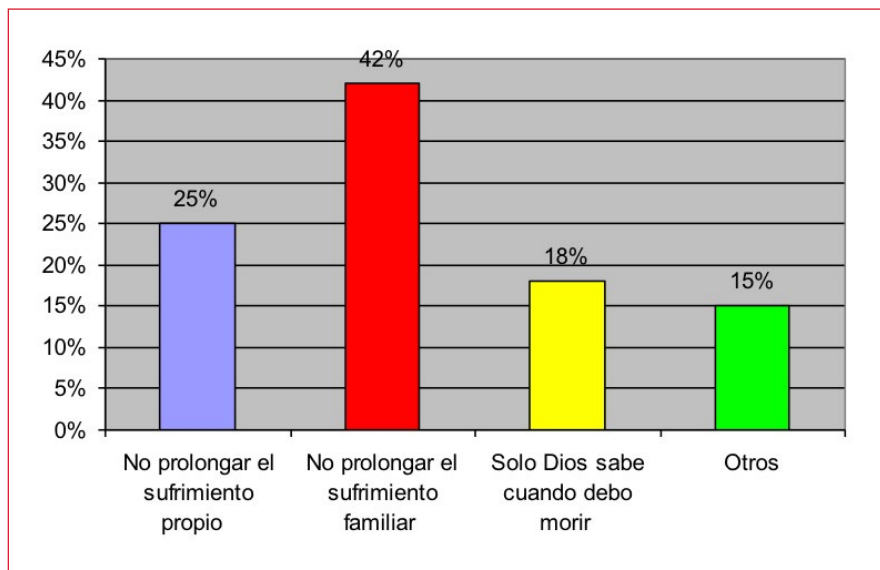


Figura 7. ¿Por qué no aceptaría tratamientos invasivos?

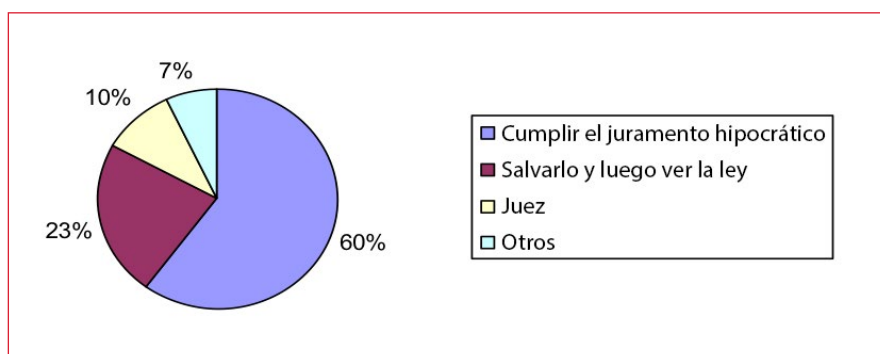


Figura 8. ¿Por qué avalaría transfundir contra su voluntad?

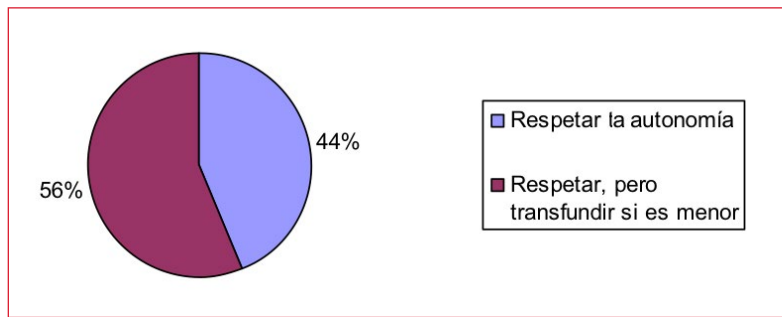


Figura 9. ¿Por qué respetaría decisiones de no transfundir?

TABLA 1
Ranking de principios y valores

Situación	Principio / valor representado	Ranking
Que le digan siempre la verdad sobre sus problemas de salud	Veracidad	1.º
Que los recursos en salud estén disponibles igualitariamente en la sociedad	Justicia	2.º
Que le informen qué le quieren hacer, y usted decide si lo acepta o no	Autonomía	3.º
Que los procedimientos médicos no le generen efectos adversos	No maleficencia	4.º
Que se le instituyan los mejores tratamientos, sin importar sus deseos de recibir o no dicho tratamiento y sin conocer sus complicaciones	Beneficencia	5.º

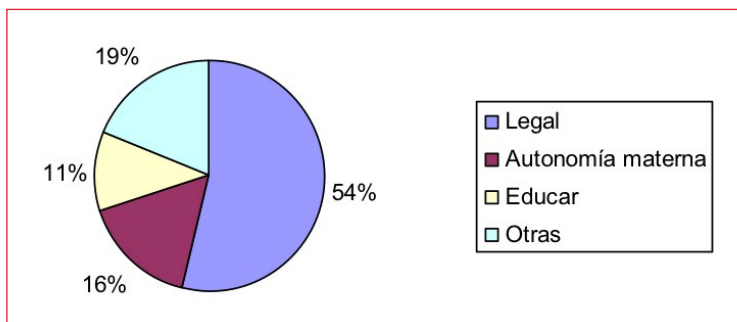


Figura 10. ¿Por qué acepta el aborto?

En "Aceptación del aborto", el porcentaje asignado a "legal" corresponde a quienes tildaron la opción "Por violación o riesgo de vida materna".

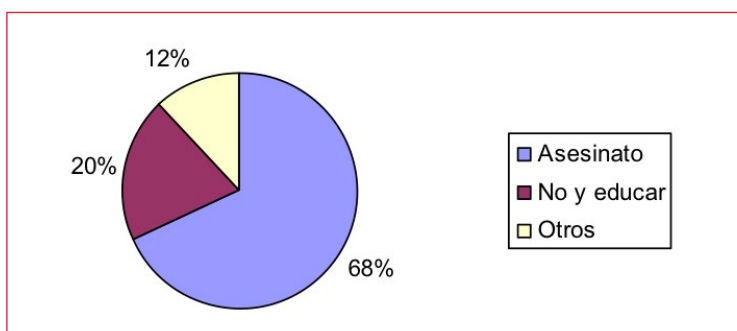


Figura 11. ¿Por qué no acepta el aborto?

TABLA 2
Comparación de opiniones de aceptación del aborto

Acepta el aborto	RR (IC 95%)	p
59,16% (IC95%: 54,81, 63,40) de los católicos vs. el 66,26% (IC95%: 58,52, 73,40) de los que no son creyentes.	0,93 (0,86 -1,01)	0,10
59,16% (IC95%: 54,81, 63,40) de los católicos vs. el 50,65% (IC95%: 39,75, 61,33) de otras religiones	1,05 (0,98 - 1,13)	0,12
50,65% (IC95%: 39,75, 61,33) de otras religiones vs. el 66,26% (IC95%: 58,52, 73,40) de los que no son creyentes.	0,66 (0,47 - 0,92)	0,01

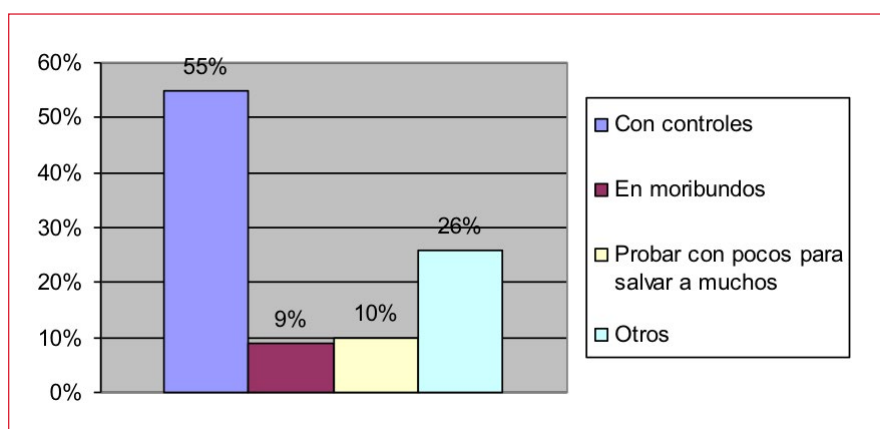


Figura 12. Fundamentos para aceptar la investigación experimental.

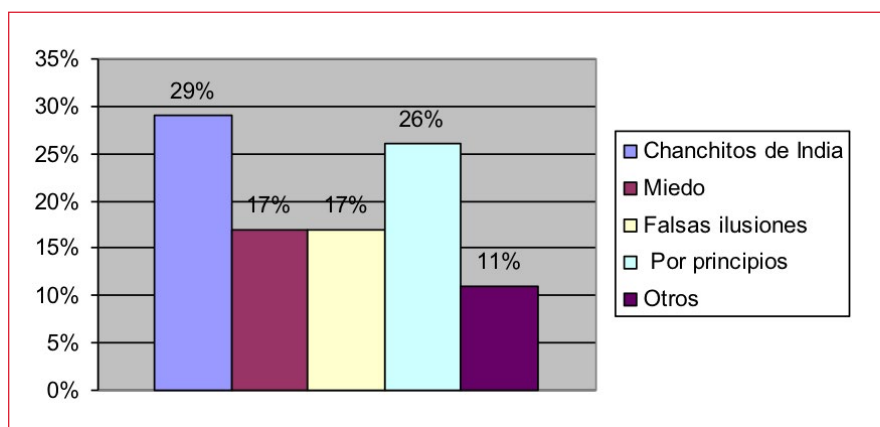


Figura 13. Fundamentos para no aceptar la investigación experimental.

El 81,60% acepta la eutanasia. Los argumentos a favor y en contra se detallan en las Figuras 14 y 15. Al comparar la aceptación de la eutanasia según la religión, se observa que no hay diferencias de aceptación entre católicos y no creyentes, ni tampoco entre católicos y otras religiones, ni entre no creyentes y otras

religiones diferentes del Catolicismo, aunque, en esta última comparación, hay una tendencia a una mayor aceptación entre los no creyentes (Tabla 3).

En síntesis, los principales resultados son:

1. Los donantes representan el 75% de la muestra, el 46% desea que le implementen todo tratamiento

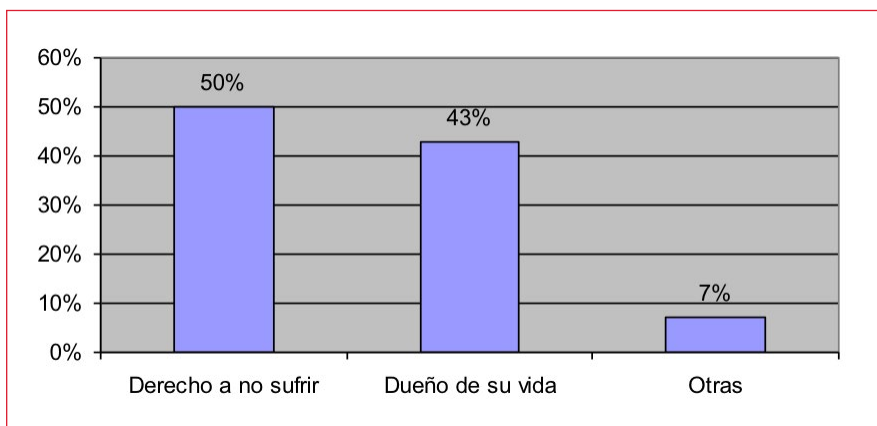


Figura 14. Argumentos a favor de la eutanasia.

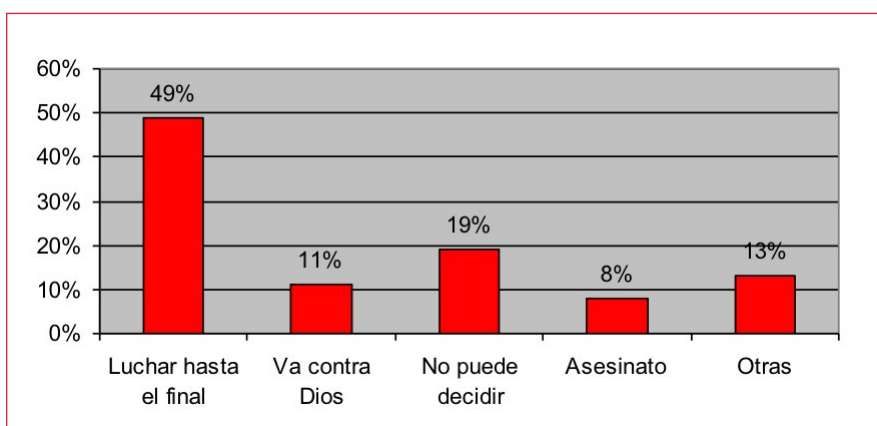


Figura 15. Argumentos en contra de la eutanasia.

TABLA 3
Comparación de opiniones de aceptación de la eutanasia

Acepta la eutanasia	RR (IC 95%)	p
83,36% (IC95%: 79,95, 86,80) de los católicos vs. el 86,62% (IC95%: 80,61, 91,33) de los que no son creyentes.	0,94 (0,85 - 1,05)	0,30
83,36% (IC95%: 79,95, 86,80) de los católicos vs. el 77,27% (IC95%: 67,10, 85,53) de otras religiones.	1,06 (0,97 -1,17)	0,16
77,27% (IC95%: 67,10, 85,53) de otras religiones vs. el 86,62% (IC95%: 80,61, 91,33) de los que no son creyentes	0,66 (0,46- 0,98)	0,05

- posible, el 30% firmaría una ONR, el 32% avala las transfusiones a Testigos de Jehová, el 57% acepta el aborto; el 81%, la eutanasia y el 62%, la investigación experimental.
- No hay diferencias de aceptación del aborto y la eutanasia entre católicos y no creyentes (p 0,10 y 0,30, respectivamente).

- El 40% ha mantenido conversaciones familiares sobre la donación, el 76% piensa que el comercio de órganos es factible, el 56% tiene temor a la extracción prematura de sus órganos.
- El valor más votado fue la veracidad, seguida de la justicia y la autonomía.
- La discusión familiar y la falta de miedo a la extracción precoz son factores predictivos de donación.

Discusión

En nuestro estudio, una alta proporción de adolescentes es donante (75,70%), pero más importante aún: el 40,21% ha abordado en su seno familiar esta temática. Los principales argumentos de los donantes son: dar vida y la solidaridad, en tanto que el miedo y la desconfianza son el fundamento prioritario en los no donantes, situación que puede revertirse con educación hacia una mejor observación de la transparencia ya existente en el sistema. Una alta proporción opina que el comercio es factible, y culpa a la corrupción y la falta de controles. Más de la mitad tiene temor a la extracción prematura de sus órganos, y el 73% considera que los no donantes tienen derecho a recibir órganos. Entre las causas de la baja donación predominan la falta de conciencia y solidaridad, nuevamente el miedo y la desconfianza, la falta de campañas; es probable que esto amerite una profundización de las campañas con un giro en las estrategias; los conductores no solo deben evaluar las cifras, sino también implementar estudios cualitativos que investiguen las creencias populares, a fin de actuar sobre ellas. En su mayoría, la misma población encuestada sugiere un aumento de la donación por medio de la información, incluyendo a las escuelas dentro de las estrategias. La discusión familiar y el menor miedo a la extracción precoz fueron factores predictivos de donación, lo cual remarca la importancia de la educación y la comunicación como estrategias de las autoridades de salud.

En nuestra población estudiada, la situación priorizada fue la veracidad, más jerarquizada aun que el principio de justicia.

Si bien la mayoría votó por los ejemplos que representaban a la autonomía, también optó por la no maleficencia al no aceptar mayoritariamente tratamientos invasivos, y por la beneficencia al no firmar ONR. Tal vez esta “discrepancia” representa un estadio en lo que se está transitando: la clásica beneficencia, tan arraigada aún en profesionales y la comunidad (que aparece en situaciones potenciales límite) versus “lo que debiera ser”, la autonomía, tantas veces declamada, pero aún con barreras para su ejercicio, tal vez por falta del mismo ejercicio del derecho, situación quizás favorecida por un diálogo pendiente entre la comunidad y los trabajadores de la salud que todavía necesitan incorporar en la práctica más que en la teoría y hacer propios los principios de la bioética, sus reglas y valores.

Mayoritariamente nuestra población avaló la transfusión a los Testigos de Jehová. Vale la pena destacar la presencia de un comentario sobre el respeto de la autonomía, pero transfundiendo si se trata de menores, más en consonancia con aspectos legales y fallos previos en nuestro país.

El 81% se manifestó a favor de la eutanasia, con argumentos categóricos relacionados con el derecho a

dejar de sufrir y a ser dueño de su vida. Posiblemente en esta decisión, se esté jerarquizando la ausencia de sufrimiento, la calidad de vida, la futilidad. Fue llamativa la gran aceptación por parte de los católicos. Tal vez sea llamativo por lo contradictorio: el 46,22% “desea que le implementen todos los tratamientos posibles”. Es probable que esta contradicción se deba a que cuando hablan de eutanasia hablan de “otro”; en cambio, la otra pregunta es personal. Eso tal vez refleje la brecha entre el “ser” y el “deber ser”, “pienso que debería ser lo correcto, pero al personalizar yo aún no estoy preparado”, quizás sea un reflejo del pensamiento social.

La aceptación del aborto predominó con casi el 57%. Es indudable que este tema requiere un amplio debate que involucre a todos los sectores. Si se cumpliera con las metas de salud y educación para todos, posiblemente el debate se incline a favor de la autonomía, pero también es probable que el número de abortos sea menor (a mediano y largo plazo) si se cuenta con un nivel educacional poblacional mayor, con acceso a servicios de salud reproductiva, a métodos anticonceptivos gratuitos, en fin, con un Estado que cumpla su rol. El 10% de los que aceptan el aborto, así como el 20% de los que no lo aceptan, coincidieron en lo primordial que resulta la educación para reducirlo. Fue llamativa la cantidad de católicos que lo aceptan, sin diferencias significativas con los no religiosos, lo cual nos introduce más en lo que representa el aborto: un problema social y de salud pública más que un problema de otra índole, no obstante requerir, repetimos, un debate multisectorial.

La mayoría aceptó la investigación experimental, pero con el respeto de la autonomía (consentimiento y controles).

En referencia a los trasplantes, en la práctica cotidiana, sólo son donantes potenciales del 1% al 4% de los fallecidos, pero actualmente se aprovechan del 0,5% al 2%, ya sea por contraindicación médica, circunstancias diversas, negativa judicial, paro cardíaco del donante (ninguna de ellas fácilmente evitables). La causa evitable que determina pérdidas de entre el 15% y el 60% es la negativa de los familiares que, lógicamente, debe ser una causa evitable de pérdida de órganos.⁴

En relación con las directivas anticipadas, varios estudios demostraron que pocas personas ejecutan directivas anticipadas legales en los EE.UU.⁵ Solo el 10-25% de los pacientes completa algún tipo de directivas anticipadas.⁶ Factores asociados a la etnia y la cultura son relevantes en el proceso de toma de decisiones relacionadas con el fin de la vida.⁷⁻¹¹ Un estudio en los EE.UU. de dos años de duración que incluyó a 800 pacientes^{12,13} investigó las preferencias relacionadas con el fin de la vida en ancianos de cuatro grupos étnicos americanos (africanos, europeos, coreanos y mexicanos). Los coreanos reportaron más

ANEXO
Encuesta anónima sobre Bioética en la Enseñanza Media

Sexo: **Edad:** **Año que cursa:** **Escuela:** **Turno:** **Religión:**

La siguiente encuesta es a los fines de investigar sus opiniones en relación a temas vinculados al derecho a la salud y a situaciones de bioética en momentos críticos.

Usted debe responder solamente SI o NO cuando se le hace la pregunta, o marcar con una X (una sola opción) cuando se le pide que elija entre varias opciones. Si usted considera que hay otra opción y no está escrita, tiene la libertad de hacerlo en donde dice "otra".

Se garantiza el anonimato individual, los datos serán procesados en todo el conjunto de los respondedores. Usted no está obligado a contestar esta encuesta, y asimismo puede comenzarla y no proseguirla si no se encuentra a gusto con la misma.

La primera parte de la encuesta es sobre el tema de trasplantes de órganos. Con la ley actual, toda persona mayor de edad es donante, salvo que lo haya negado expresamente.

- ¿Usted sería donante de órganos?
- Justifique por **SI** o por **NO** (según lo que haya respondido en el ítem anterior) con una **X** en el casillero correspondiente. Marque una sola opción.

Sería donante por

No sería donante por

Solidaridad		Falta de información	
Es dar vida		Nunca se me ocurrió	
Continuar con la vida tras la muerte		Miedo, desconfianza	
Donaría sin tener información		Mala experiencia con un familiar	
Siente la necesidad		No desea, no le interesa	
Otra:		Otra:	

- ¿Se ha discutido alguna vez en su familia sobre la importancia de la donación?
- ¿Usted cree que es factible el comercio de órganos?
- En caso que haya contestado que sí, marque con una **X** el motivo. Marque una sola opción.

Falta de controles	
País lleno de corruptos	
Puede venderse como la sangre	
Similar al robo de chicos	
Por tanto escucharlo	
La burocracia legal te obliga y hay gente que vende por necesidad	
Actitudes sospechosas en hospitales	
Otra:	

- ¿Tiene miedo a qué, si estuviera internado, le saquen los órganos antes de tiempo?
- ¿Si usted no es donante, ¿cree que tiene derecho a recibir órganos en caso de necesitarlo?
- ¿Por qué cree que la donación es baja en nuestro país? Marque con una **X** el motivo. Marque una sola opción.

No sabe	
Falta de campañas, desinformación e ignorancia	
Mitos	
Miedo, poca claridad del Estado, desconfianza	
Burocracia	

naje pleural en el hemitórax izquierdo. Se constata la mejoría del estado clínico del paciente. Una nueva ecografía muestra un pulmón reexpandido. Buena evolución. A las dos horas, se logra suspender la noradrenalina. A las 72 horas, es extubado, con buena tolerancia clínica. Alta a los ocho días.

Discusión

Hemos comunicado el caso de un paciente que, luego de una nefrectomía izquierda complicada con lesión esplénica, lesión de diafragma y de pleura diafragmática, sufre un cuadro de insuficiencia respiratoria grave y shock que requiere intubación orotraqueal y asistencia ventilatoria mecánica. Ante estos síntomas que ocurren durante un posoperatorio con las complicaciones mencionadas, se plantea la presencia de neumotórax hipertensivo, por lo que los médicos de la UCI realizan una ecografía de tórax. El diagnóstico de esta patología mediante ecografía debe hacerse empleando un transductor lineal de alta frecuencia (5-12 MHz) para un adecuado análisis de la interfase pleural visceroparietal, la cual es superficial y fácil de visualizar, incluso en pacientes obesos. La identificación de imágenes en modo B convencional es adecuada. Excepto en raras ocasiones, en el neumotórax, el aire en el espacio pleural tiende a acumularse en las zonas no dependientes del tórax.⁹ Cuando el paciente está en posición supina, el área de interés corresponde a la parte anterior y superior, en ambos lados del tórax, aproximadamen-

te en el tercero y cuarto espacio intercostal, entre la línea paraesternal y la línea medioclavicular (Figura 2).¹⁰ El transductor debe colocarse suavemente en la ventana acústica intercostal de la zona situada. El plano inicial debe ser longitudinal, con el eje largo del transductor paralelo al eje largo del cuerpo del paciente. Este plano permite visualizar, al menos, dos costillas y el espacio intercostal correspondiente (Figura 3). Es importante comenzar el procedimiento a través de este plano, ya que permite a los médicos sin experiencia no confundir el periostio de la costilla con la interfase pleural visceroparietal, y también su rápida identificación.¹¹ Esta última aparece como una línea horizontal ecogénica delgada situada entre dos costillas adyacentes y debajo de ellas (Figura 3). Luego, con rotación antihoraria, se realiza el corte transversal con el transductor paralelo al espacio intercostal para evitar las sombras provocadas por las costillas y observar una mayor longitud de la interfase pleural visceroparietal. La semiología ecográfica del neumotórax se basa en el reconocimiento o la exclusión de varios artefactos dinámicos del ultrasonido.

- Deslizamiento pulmonar: es el primer signo importante que se debe comprobar. Es un movimiento ligero, horizontal de la interfase pleural visceroparietal que se puede comprobar en pocos segundos.¹¹ Es un signo indirecto que indica que la pleura visceral se adhiere a la pleura parietal. Cuando el aire separa las dos capas pleurales, el movimiento desaparece y no puede ser detectado por la eco-



Figura 2. *Izquierda*: Colocación del transductor en sentido longitudinal y paralelo al eje mayor del cuerpo. Delimitación de zonas propuestas por Volpicelli. Se definen seis zonas por cada pulmón: 1, anterosuperior; 2, anteroinferior; 3, lateral superior, 4, lateral inferior; 5 y 6, posterior. *Derecha*: Colocación del transductor paralelo al espacio intercostal para evitar las sombras provocadas por las costillas. LAA = línea axilar anterior, LAP = línea axilar posterior.

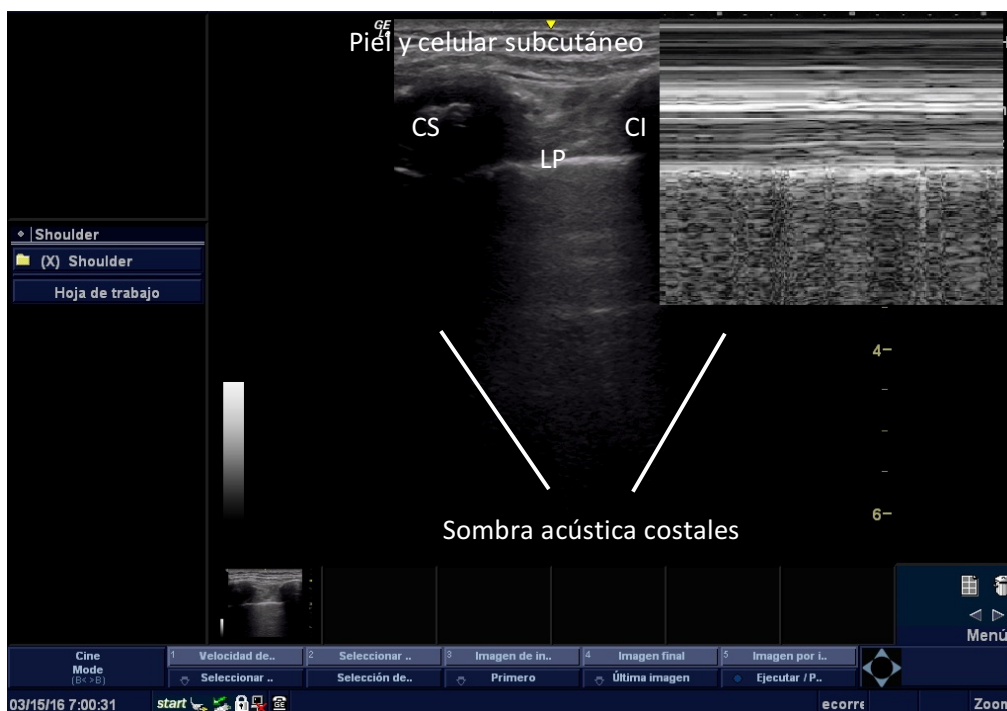


Figura 3. Imagen del parénquima pulmonar normal. Corte longitudinal anterior del tórax. *Izquierda:* imagen ecográfica bidimensional (modo B): "signo del murciélago". Esto permite la visualización de dos costillas adyacentes: costilla superior (CS) y costilla inferior (CI), dos sombras costales y la línea pleural (LP) ecogénica entre las costillas y debajo de ellas. *Derecha:* imagen en modo M: "signo de la playa".

grafía pulmonar. La ausencia de deslizamiento de la interfase pleural visceroparietal no es patognomónica de neumotórax, y posee una especificidad del 96,5%. También, en la intubación bronquial selectiva, se han descrito fibrosis pleural, paquipleuritis, consolidación pulmonar, atelectasias y síndrome de dificultad respiratoria aguda.¹¹⁻¹⁴

- Líneas B: surgen de la interfase pleural visceroparietal, se extienden verticalmente como rayos ecogénicos, alcanzan el borde inferior de la pantalla sin decoloración, y se mueven en sincronía con los movimientos respiratorios.^{12,14} Estos artefactos son el resultado de múltiples reflexiones del haz de ultrasonido entre dos elementos con impedancia acústica opuesta, como el aire alveolar y el fluido de los tabiques interlobulillares y alveolares. En el neumotórax, su significación es indirecta, ya que la visualización de una sola línea B aislada representa una demostración de seguridad de la adherencia de la pleura visceral a la pleura parietal.² La visualización de las líneas B descarta un neumotórax con un valor predictivo negativo del 100%.¹⁴
- Pulso pulmonar: además del deslizamiento horizontal de la interfase pleural visceroparietal, se pueden visualizar otros movimientos de esta interfase por ecografía pulmonar. En ocasiones, si

no hay deslizamiento pulmonar, se puede detectar un movimiento vertical sincrónico de la interfase pleural visceroparietal al ritmo cardíaco.¹⁵ Este signo es muy útil para diferenciar un neumotórax de otros cuadros caracterizados por la ausencia de deslizamiento. El neumotórax se caracteriza por la ausencia tanto de deslizamiento pulmonar como de pulso pulmonar, porque la presencia de aire en la cavidad pleural no permite la transmisión del latido cardíaco al parénquima pulmonar. Por lo tanto, la visualización del pulso pulmonar descarta un neumotórax.

- Punto pulmonar: al contrario de los signos mencionados hasta ahora, el punto pulmonar permite confirmar un neumotórax con una especificidad del 100%.¹³ Cuando un patrón sugestivo de neumotórax (es decir, ausencia de deslizamiento pulmonar y de líneas B) se detecta en la zona antero-inferior del tórax de los pacientes en posición supina, el diagnóstico de confirmación se puede lograr moviendo gradualmente la sonda hacia las áreas torácicas lateroinferiores. Esta maniobra describe el patrón típico de neumotórax, ausencia de deslizamiento pleural o de líneas B, en contraste con un área contigua en donde, sí, se observa el deslizamiento pleural. Se debe a que, durante la inspiración, al expandirse el pulmón, se acer-

can ambas hojas pleurales y se detectan el deslizamiento de la interfase pleural visceroparietal y líneas B, lo que desaparece en la espiración, ya que las dos hojas se separan y no permiten visualizar el deslizamiento pleural o la presencia de líneas B. Desafortunadamente, la sensibilidad de este signo es baja, porque, en el caso de un neumotórax completo del pulmón, no es posible visualizar ningún punto de pulmón.

Si aplicamos el modo M, se distinguen dos zonas bien diferenciadas que configuran el “signo de la playa”: la parte superior corresponde a la pared torácica formada por líneas horizontales paralelas (el mar) y la parte inferior desde la interfase pleural visceroparietal, de aspecto granulado como arena de playa (Figura 3). En el neumotórax, se pierde la apariencia del “signo de la playa” y sólo se visualizan líneas horizontales paralelas. También, en este modo, es posible distinguir la presencia de punto pulmonar que se caracteriza por una sucesión de imágenes normales (signo de la

playa) en la inspiración y líneas horizontales (signo de la estratósfera) durante la espiración.¹³

En nuestro paciente, se realizó la ecografía pulmonar de inmediato al ingresar y siguiendo la secuencia mencionada, inicialmente, detectamos la ausencia de deslizamiento pleural, así como de pulso pulmonar y de líneas B. Planteamos que el paciente sufría un neumotórax hipertensivo, pues, por lo ya expuesto, no encontramos el signo del punto pulmonar. Luego de comprobar estos signos, aplicamos el modo M, y comprobamos la ausencia del “signo de la playa” (Figura 1).

Rápidamente fue posible diagnosticar el neumotórax y así llevar a cabo el tratamiento con la colocación de un drenaje pleural, sin esperar la confirmación por radiología convencional (Figura 4).

Debemos destacar que la ecografía pulmonar posee una sensibilidad del 100%, una especificidad del 91% y un valor predictivo positivo del 87% para el diagnóstico de neumotórax. El signo del “punto pulmonar” posee una sensibilidad del 66% y una es-

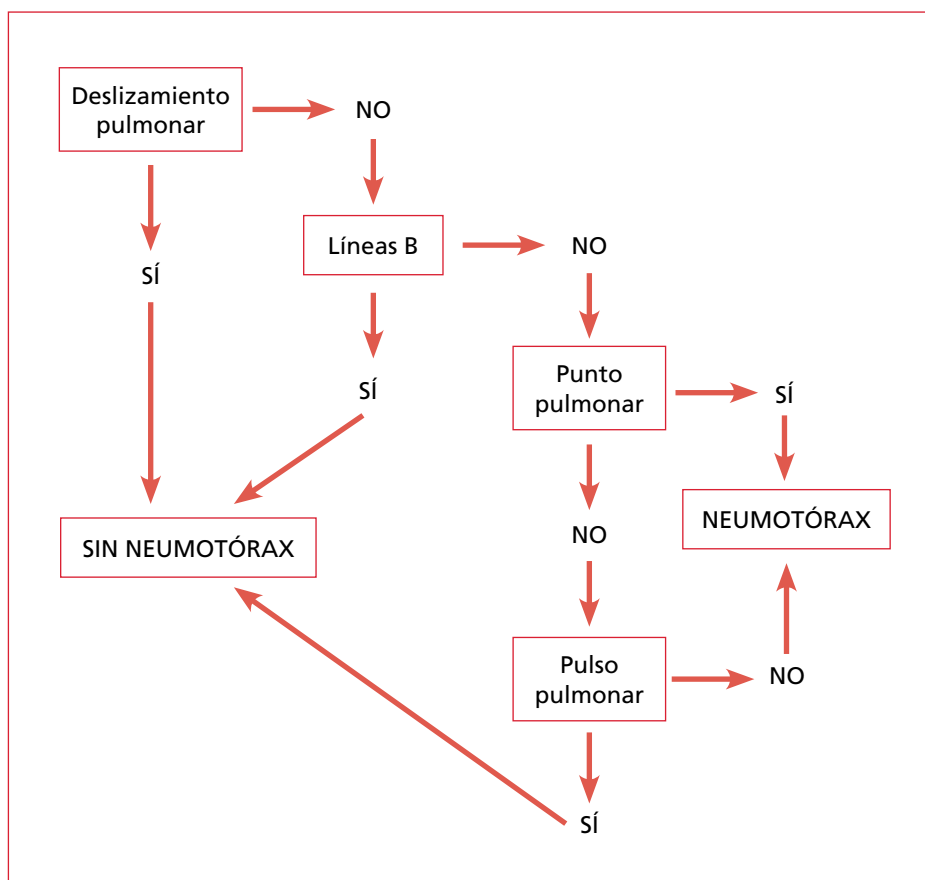


Figura 4. Diagrama de flujo en el diagnóstico de neumotórax. Este diagrama sugiere la secuencia correcta y la combinación de los cuatro signos ecográficos útiles para descartar o confirmar un neumotórax.

pecificidad del 100%. La ausencia de líneas B tiene una especificidad y una sensibilidad del 97% para el diagnóstico de neumotórax. A diferencia de estos resultados, la radiografía de tórax obtenida en la cama del enfermo tiene una sensibilidad del 36%.^{13,14}

Conclusiones

Atendimos a un paciente con un cuadro de insuficiencia respiratoria grave y shock, al que se le diagnosticó, de inmediato, neumotórax hipertensivo mediante una ecografía y se logró la rápida estabilización administrando el tratamiento específico para esta patología. Uno de los principales beneficios de esta nueva herramienta es que nos permite obtener una imagen dinámica del pulmón a la cabecera del paciente.

Bibliografía

- Hocking G, Mitchell CH. Optimizing the safety and practice of ultrasound-guided regional anesthesia: the role of echogenic technology. *Curr Opin Anaesthesiol* 2012; 25: 603-609.
- Lichtenstein DA. Ultrasound in the management of thoracic disease. *Crit Care Med* 2007; 35: S250-S261.
- Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ. Clinical review: bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care* 2007; 11: 205.
- Reissig A, Gorg C, Mathis G. Transthoracic sonography in the diagnosis of pulmonary diseases. *Ultraschall Med* 2009; 30: 438-458.
- Volpicelli G, Cardinale L, Garofalo G, Veltri A. Usefulness of lung ultrasound in the bedside distinction between pulmonary edema and exacerbation of COPD. *Emerg Radiol* 2008; 15: 145-151.
- Volpicelli G, Silva F, Radeos M. Real-time lung ultrasound for the diagnosis of alveolar consolidation and interstitial syndrome in the emergency department. *Eur J Emerg Med* 2010; 17: 63-72.
- Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004; 100: 9-15.
- Volpicelli G, El Barbary M, Blaivas M, et al. **International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound.** *Intensive Care Med* 2012; 38: 577-591.
- Soldati G, Testa A, Pignataro G, Portale G, Biasucci DG, Leone A, Gentiloni Silveri N. The ultrasonographic deep sulcus sign in traumatic pneumothorax. *Ultrasound Med Biol* 2006; 32: 1157-1163.
- Ball CG, Kirkpatrick AW, Laupland KB, et al. Factors related to the failure of radiographic recognition of occult post-traumatic pneumothoraces. *Am J Surg* 2005; 189: 541-546.
- Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling-out pneumothorax in the critically ill. *Lungsliding Chest* 1995; 108: 1345-1348.
- Lichtenstein D, Mezière G, Lascols N, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005; 33: 1231-1238.
- Moreno-Aguilar G, Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill (LUCI) and the lung point: a sign specific to pneumothorax which cannot be mimicked. *Crit Care* 2015; 19: 311.
- Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *Intensive Care Med* 2011; 37: 224-232.
- Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Mezière G. The lung pulse: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 2003; 29: 2187-2192.

Cuidar la dignidad, un desafío para todos en las Unidades de Cuidados Intensivos

*Las acciones que minan la **dignidad**, disminuyen el valor del ser humano y terminan por desconocerlo, tornándose **in-humanas**.*

María Luisa Pfeiffer

ALEJANDRA JULIARENA

Directora del Comité de Bioética de la SATI
Hospital Universitario Austral, Pilar, Buenos Aires
Departamento de Bioética (Facultad de Ciencias Biomédicas /Universidad Austral)

Correspondencia:

Dra. Alejandra Juliarena
ajuliare@austral.edu.ar
alejandrajuliarena@gmail.com

La autora no declara conflictos de intereses.

Palabras clave

- Dignidad
- Unidad de Terapia Intensiva
- Cuidados al final de la vida
- Cuidados paliativos

Resumen

En los últimos decenios, de la mano de la bioética de los principios y el crecimiento de la tecnología disponible en las Unidades de Cuidados Intensivos, fuimos reemplazando el concepto "dignidad" por autonomía, calidad de vida, justicia. Esto provocó desconcierto y descontento creciente en los profesionales, los enfermos y las familias. En la Unidad de Cuidados Intensivos, el concepto "dignidad" es especialmente importante, ya que el paciente se encuentra en una situación de máxima vulnerabilidad y la calidad del contacto con los profesionales es crucial para la auto-percepción de su dignidad. Hoy hemos comenzado a recuperar dicho concepto como fundamento explícito de la actitud hacia el enfermo y, poco a poco, va guiando el "plan de cuidado" en las Unidades de Cuidados Intensivos.

En este artículo, se explora el concepto "dignidad" y su fundamento; la relación entre el cuidado de la dignidad de los enfermos y el cuidado de la dignidad de los profesionales de la Unidad de Cuidados Intensivos, y, siguiendo principalmente a Chochinov y a Sulmasy, se proponen acciones/actitudes para cuidar la dignidad de los pacientes en las Unidades de Cuidados Intensivos.

Key words

- Dignity
- Intensive Care Unit
- End-of-life care
- Palliative care

Abstract

Over the last decades, with the principlist approach to Bioethics and the increasingly available technology in Intensive Care Units, we have replaced the concept of "dignity" with those of autonomy, quality of life, justice. This has led to growing confusion and discontent in professionals, patients and families. In the Intensive Care Unit, the concept of "dignity" is particularly important, as patients are facing a situation of highest vulnerability and the quality of their contact with healthcare professionals is crucial for the self-perception of their dignity. Nowadays, we have begun to recover that concept as the foundation of our attitude towards patients, and it is slowly starting to guide treatment plans in the Intensive Care Units.

In this paper, we explore the concept of "dignity" and its rationale, the connection between caring for the dignity of patients and caring for the dignity of Intensive Care Unit professionals. Mainly following Chochinov and Sulmasy, we recommend actions/attitudes to care for the dignity of patients in the Intensive Care Unit.

La dignidad nos pone frente al misterio del hombre. El hombre no se deja aprehender por la ciencia, esto vuelve a ser máximamente diáfano en el momento de la muerte. La técnica, que reduce al hombre considerando sólo sus dimensiones biológicas, es útil pero insuficiente:

"A través de la reducción científica de la persona a espécimen compuesto por sistemas, órganos, células, organelas, reacciones bioquímicas y un genoma, la medicina ha hecho descubrimientos notables, que han dado lugar a innumerables avances terapéuticos. Nadie discute la bondad de esos avances. Pero la experiencia, tanto de pacientes como de médicos, en los albores del siglo XXI es que el modelo científico reductivista es inadecuado para las necesidades reales de los pacientes, que son personas".¹

1. Cuidar la dignidad: ¿Quién? ¿Cuándo? ¿Cómo?

¿Quién? Todos. **¿Cuándo?** Siempre. Es una declaración de principios.

Pero antes del "cómo", vamos a pensar el "por qué". Si no se entiende el "por qué" es imposible que se sostenga el **TODOS Y SIEMPRE** como una **prioridad absoluta**. Si se entiende el "por qué" encontraremos siempre el "cómo".²

La importancia del cuidado de la dignidad para los pacientes se torna evidente cuando la dignidad es amenazada o socavada. Según Chochinov, la causa más profunda de sufrimiento de los enfermos es la percepción de que su dignidad está amenazada. En un estudio con pacientes terminales asistidos por equipos de cuidados paliativos, en Canadá, con el objetivo de identificar la autopercepción de la dignidad, el autor

constata que la pérdida de la dignidad es un problema grave sólo para el 7,5%, aunque el 50% reportaba problemas esporádicos.³ La percepción de pérdida de la dignidad se asociaba a más estrés y menor voluntad de vivir. Esto coincide con otras publicaciones en las que se asevera que la percepción de la pérdida de la dignidad es una de las razones por las que los pacientes pierden las ganas de vivir y piden acelerar la muerte.⁴

Como veremos más adelante, uno de los determinantes de esa percepción es nuestro trato con ellos, ya que el paciente se mira en los ojos de quienes le cuidan. Por lo tanto, cuidar la percepción de la dignidad de nuestros pacientes debería constituir una de las preocupaciones insoslayables para los profesionales de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) y ser un objetivo básico de los cuidados.

Asimismo, la falta de cuidado de la dignidad del profesional (mala comunicación, malas relaciones entre los colegas, falta de apoyo social, malas condiciones laborales) se asocia a *burnout* e intentos de dejar el trabajo y también a disminución de la calidad del cuidado hacia el enfermo.⁵

2. ¿Qué es la dignidad?

El término latino *dignitas* es la traducción de *axioma*, que, en griego, significa "valor en sí" y "por sí".⁶ Hace referencia a la excelencia de todo aquello que está dotado de una categoría superior.⁷

¹ En este estudio, todos los pacientes estaban atendidos por equipos de cuidados paliativos, por lo que la percepción de la amenaza a la dignidad puede ser mayor si se considera el conjunto de los enfermos graves o terminales.

La dignidad señala la excelencia de aquel que posee un tal grado de interioridad que le permite manifestarse como sujeto autónomo. La primera manifestación es la libertad. El punto de referencia y el origen de la dignidad residen en la **superioridad en la bondad y la interioridad o profundidad** de semejante realeza.⁷

En **sentido absoluto**, la dignidad es una cualidad que sólo puede adscribirse a los seres humanos. Se habla de dignidad en **sentido relativo** haciendo referencia a la dignidad ética (en este sentido, los hombres pueden ser más o menos dignos; “comportamiento digno”) o haciendo referencia a algo adecuado a una determinada situación (“vestido digno”, “evento digno”).

Nos podemos preguntar: ¿Es la dignidad un **atributo del ser humano**? (¿es el ser humano valioso en sí mismo?) o ¿ese valor **depende del reconocimiento del otro**?

Es una **pregunta crucial**, especialísimamente para quienes se ocupan del hombre enfermo, cuando es máximamente vulnerable o puede haber perdido buena parte de sus capacidades.

La dignidad del hombre no depende del reconocimiento del otro, es anterior a ese reconocimiento. Justamente, re-conocer significa conocer algo que ya conozco o está previamente. **El reconocimiento de su dignidad es lo justo en relación con el hombre.**

Hoy, por amplio consenso, se considera al hombre como un ser autónomo que debe tratarse como un fin en sí mismo nunca como un medio^{II},⁸ y, en congruencia con esto, tanto la manipulación como la instrumentalización del hombre son percibidas como acciones indignas y reprobables por la inmensa mayoría de los hombres. Las diferencias aparecen a la hora de la fundamentación de la dignidad humana.⁹ La fundamentación de la dignidad humana se puede hacer desde dos niveles (no excluyentes):¹⁰

1. **Desde el ser humano:** Se puede considerar que el hombre es digno en virtud de sus características:^{III}
 - a. **El hombre es digno, porque es libre** y la libertad remite a una interioridad, a una inti-

midad que se erige como principio fontal autónomo personal.⁷

- b. **El hombre es digno, porque es racional** y la racionalidad remite a la espiritualidad que implica conciencia de trascendencia: conciencia de que la vida tiene un sentido y un valor trascendente,¹ e impide su relativización radical o instrumentalización.
- c. **El cuerpo del hombre es digno, porque es un cuerpo personal.** El hombre, por su espiritualidad, se encuentra inmune o desligado (absuelto) de las condiciones empobrecedoras de la materia. La corporeidad del sujeto humano es recogida y elevada al rango de lo personal; el cuerpo es personal; por lo tanto, merece respeto, veneración y reverencia.⁹

2. **Desde Dios:** Para la **cosmovisión judeocristiana**, el ser humano es valioso, porque es creado a imagen y semejanza de Dios, y está llamado a establecer una relación personal íntima con Dios para siempre. Para los cristianos, todo hombre es Hijo de Dios en Cristo. Dios es el origen y el garante de la dignidad del hombre.

La **dignidad personal** (inherente al ser humano, absoluta, no puede perderse) “obliga” a los hombres a comportarse dignamente (dignidad relativa), en ese sentido:

1. Reconocer la propia trascendencia, dignifica. Respetar a los otros como seres dignos de respeto, como seres trascendentes, como hijos de Dios, dignifica. Trabajar bien, generar buenas condiciones para los demás, dignifica.
2. Por el contrario:
 - a. Quien no respeta al otro actúa indignamente y le costará cada vez más reconocer y respetar su propia dignidad y la de los demás.
 - b. Cuando alguien no es respetado, no deja de ser digno, pero le costará más percibir su propia dignidad.

“Pensar la dignidad como fundante de la cultura que intentamos construir, significa **que el humano es libre y valioso en sí mismo** (...) por eso **ninguna acción** que realice por él mismo u otro **le puede quitar ni su libertad ni su dignidad** aunque **sí puede opacar la conciencia de su dignidad**, la conciencia de su derecho a ser reconocido y tratado como igual”.¹⁰

“La dignidad del hombre es inviolable en el sentido de que no puede ser arrebatada desde fuera. Únicamente puede ser lesionada por otro en la medida que no es respetada. Quien no la respeta, no se apropia de la dignidad del otro, sino que pierde la propia (...) lo que puede ser arrebatado a otros es la manifestación externa de dignidad”.¹¹

^{II} “Obra de tal modo que uses a la humanidad, tanto en tu persona como en la persona de cualquier otro, siempre al mismo tiempo como fin y nunca simplemente como medio.” (AA IV:429).

^{III} Hay quienes conciben la dignidad y los derechos humanos como una concesión que los hombres (ciudadanos) se hacen entre sí, en virtud de un pacto social. Otros conciben la dignidad como un atributo especial de algunos seres humanos en virtud de alguna característica determinada. Esas tesis son compatibles con la consideración de que hay seres humanos que no son personas y, por lo tanto, no tienen derechos humanos. Lógicamente esta fundamentación es muy débil y podemos objetar que no se puede hablar de dignidad como fundante de los derechos humanos (ni de derechos humanos) si el legislador es el que decide qué conceder y a quién.¹¹

Los distintos aspectos de la dignidad humana se han ido explicitando como derechos humanos en el transcurso de la historia, a partir de las experiencias de humillación sufridas por los seres humanos (torturas, esclavitud, experimentación con seres humanos)^{IV, 12}.

La historia de la medicina no está exenta de esto: diversas prácticas aceptadas tradicionalmente, son ahora percibidas como indignas y se han ido estableciendo derechos de los pacientes. En la medicina general, las clases magistrales o las recorridas en las que un enfermo era desnudado y revisado delante de médicos y estudiantes son un claro ejemplo de falta de respeto a la intimidad del paciente. En la UCI, frente al encarnizamiento terapéutico considerado hoy como una falta de respeto a la dignidad de los pacientes, ha surgido el concepto de límite del esfuerzo terapéutico.

Por lo tanto, se puede afirmar que el desarrollo de la especialidad (que trae aparejada la aparición constante de nuevas prácticas, medios tecnológicos, situaciones y escenarios en la UCI), hacen que sea necesaria la continua reflexión ética para detectar y corregir aquellas acciones/situaciones que no respetan la dignidad humana.

3. Dignidad del enfermo

El concepto de dignidad tiene, a su vez, dos dimensiones:¹³

- 1. Dimensión interna:** Incluye tanto la dignidad inherente (incuestionable, inalienable, inviolable, no negociable) como la dignidad ética. En el sentido ético, el hombre es un ser biográfico, porque con su libertad se autoconstruye, es artífice de su historia personal. Las personas no se enorgullecen de ser personas, sino de su identidad única e irrepetible. Por eso, respetar esta dimensión implica no sólo el respeto genérico del enfermo como persona, sino el interés por conocer su historia personal. (O podríamos decir que el desinterés por conocer la historia de los pacientes puede ser manifestación de no haber captado en profundidad su valor).
- 2. Dimensión externa:** incluye confort, autonomía, reconocimiento de la espiritualidad, mantenimiento de los roles, morir en casa. Su presencia favorece la percepción de la propia dignidad. Los profesionales de la salud pueden tener un gran impacto en las fuentes de dignidad externa.⁴

^{IV} Las etapas serían las siguientes: primero se intuye que una situación no es digna para el hombre y luego se condena la práctica, dicha condena se extiende a la sociedad y finalmente puede positivizarse como un derecho humano.

Con respecto a los profesionales de la UCI:

El enfermo es un ser humano digno. Pero la situación particular del paciente (poli-invadido, edematizado, sedado, etc.), puede “ocultar” la dignidad haciendo más difícil ese reconocimiento. Es necesario mantenerse alerta. La presencia de la familia, las fotos alrededor de la cama, nos ayudan a no perder de vista “quien” es el paciente: es padre, es abuelo, es esposo, es amigo, es hijo, es nieto...

Con respecto al enfermo: La enfermedad y las acciones y actitudes/acciones de las personas alrededor del paciente (familia, amigos, profesionales de la salud) pueden facilitar o entorpecer la autopercepción de la dignidad personal en función de la resiliencia del enfermo (que depende de su personalidad, su autoestima y sus recursos espirituales).¹³

4. ¿Qué necesitan realmente los pacientes?

- Los pacientes necesitan que los familiares, amigos, médicos, enfermeros no dejen de considerarlo como **una persona**.
“Mi enfermedad es un incidente de rutina en sus recorridas, mientras que, para mí, es la crisis de mi vida. Me sentiría mejor si tuviera un médico que, al menos, percibiera esta incongruencia... Tan sólo desearía que él... me prestara toda su atención por una sola vez, que se conectara conmigo por un espacio breve, que revisara mi alma junto con mi carne, para llegar a mi enfermedad, porque cada persona está enferma a su modo”.¹⁴
- Los pacientes necesitan que los familiares, amigos, médicos, enfermeros sigan considerándolos como **la persona que son**: capaces de hacer cosas, dar consejos, mantener los vínculos significativos.
“Fui a visitar a mi amiga moribunda, ella siempre me había aconsejado muy bien (...) cuando llegué estaba triste, alicaída (...). Le pedí un consejo (...). En ese momento, se sentó en la cama, se le animó la cara, comenzó a aconsejarme... Volvió a ser la persona que era”.¹⁵
- Los pacientes necesitan que los ayudemos a descubrir el valor y el significado de su vida, el sentido de la enfermedad, el sentido de ese período de sus vidas, necesitan perdonar y ser perdonados (implica reconciliarse con las personas que aman y con Dios). Por eso, debemos esforzarnos por organizar la UCI de modo adecuado para que los familiares/amigos puedan compartir tiempo de calidad con el paciente y facilitar/no impedir las prácticas espirituales ofreciendo ayuda si el paciente la necesita (capellán, pastor, referente religioso, etc.).

Según Sulmasy,¹ independientemente de la historia espiritual de cada persona, el “estar muriendo” despierta preguntas acerca del valor y el sentido de la vida, el sufrimiento y la muerte:

“Las preguntas acerca del **valor de la vida**, se subsumen frecuentemente con un término: **‘dignidad’**. Las preguntas acerca del **sentido**, se subsumen con la palabra **‘esperanza’**. Las preguntas acerca de las **relaciones** se subsumen en la **necesidad de ‘perdón’**. Morir pensando que la vida y la muerte de uno no tuvieron valor es la **peor indignidad**. Morir creyendo que la vida, el sufrimiento o la muerte no tienen sentido es **desesperanzador**. Morir solo y sin haber recibido el perdón es la **alienación total**”.

5. ¿Cómo cuidar la dignidad?

1. En *Dignity and the essence of the medicine*, Chochinov¹⁴ propone cuatro actitudes/comportamientos que el médico debe procurar desarrollar para ser capaz de sostener, de cuidar la dignidad de los pacientes. No es un algoritmo, no funciona a modo de *checklist*, implica un modo de ser y, en consecuencia, de mirar al paciente. Es plenamente aplicable en las UCI.¹⁶
 - a. **Actitud (*Attitude*)**: Cada profesional que tiene contacto con el paciente debe tener conciencia de que es el espejo en el cual los pacientes buscan un reflejo que afirme su sentido de la dignidad. Un profesional afirma la dignidad del paciente cuando considera que este es único y valioso y le brinda oportunidades de aprender, de crecer como persona. Es importante desarrollar la sensibilidad para reconocer el valor personal de cada paciente, pero también para reconocer la falta de empatía con el paciente y su familia en cuyo caso es conveniente dejar actuar a otros profesionales. Es importante que cada equipo de la UCI, cuente con espacios (con lugar y tiempo concretos) para hablar sobre las posibles dificultades o afinidades con los pacientes y sus familias.
 - b. **Comportamiento (*Behavior*)**: El comportamiento de los profesionales debe afirmar la dignidad de nuestros pacientes: contacto afectivo (mirar a los ojos, una mano en el hombro), poner la atención sólo en el paciente en el momento de atenderlo, no mostrar prisa.
 - c. **Compasión (*Compassion*)**: Ser capaz de padecer-con. Implica reconocer al otro como un igual. Requiere de empatía que se facilita cuando conocemos la historia de vida del paciente y su familia.
 - d. **Diálogo (*Dialogue*)**: El esfuerzo en dialogar, afirma el valor de la vida del paciente. Implica mantener una comunicación efectiva, cordial y

sincera con el paciente y la familia. Implica explorar los valores del paciente, animarlo/ayudarlo a restaurar las relaciones significativas e incluirlo en la toma de decisiones.

2. Además, en distintas publicaciones, encontramos una serie de acciones que facilitan/promueven la dignidad de los enfermos y sus familias en las UCI. El esfuerzo por implementarlas paulatinamente reflejará el respeto efectivo del equipo de la UCI por el paciente y sus familias:^{13,16,17}
 - a. Manejo esmerado de síntomas y signos.
 - b. Procurar el confort del paciente y su familia.
 - c. Mantener/mejorar la capacidad funcional de paciente mediante terapia física y terapia ocupacional.
 - d. Favorecer la autonomía del paciente en la medida de lo posible.
 - e. Conocer quién es el paciente, cuáles son sus roles, las cosas de las que se siente orgulloso, **cómo** le gustaría ser recordado, cuáles son sus preocupaciones con respecto a su familia y al final de la vida.
 - f. Fomentar la participación en la toma de decisiones en la UCI, al discernir cuáles tratamientos son adecuados.
 - g. Fomentar, permitir el apoyo espiritual y la participación del paciente en prácticas religiosas si lo desea.
 - h. Cuidar la intimidad y la privacidad.
 - i. Permitir las visitas de sus seres queridos.

6. ¿Y la dignidad de los profesionales?

El respeto a la dignidad personal tiene una fuente única que es el reconocimiento del valor de cada y todo ser humano, por lo que, es imposible tanto “cuidar la dignidad de los pacientes y no cuidar la dignidad de las personas que trabajan en la Unidad de Cuidados Intensivos” como “cuidar la dignidad de los profesionales que trabajan en UCI y no cuidar la dignidad de los pacientes de la UCI”. Podríamos hablar de un “espiral del cuidado creciente de la dignidad en UCI” (Figura).

Como se mencionó en el apartado 1), hay estudios que describen cómo la falta de comunicación, las malas relaciones entre los colegas, la falta de apoyo social y las malas condiciones laborales afectan negativamente a los médicos. La incidencia de *burnout* entre los profesionales de las UCI es alarmante.^{18,19} Piers et al²⁰ introducen la consideración de las realidades éticas (incluyen el ambiente ético en las UCI, las prácticas de final de vida y la percepción por parte de los profesionales de tratamiento inapropiado) describiendo la asociación con el *burnout* y los intentos de dejar el trabajo.

Así como se puede decir que se ha avanzado bastante con respecto al cuidado de los pacientes, hoy es necesario promover entre los profesionales de las UCI, los directi-

^v Se puede ver también el cuadro del ABCD de la atención centrada en la dignidad de Chochinov modificado por Cook, en: *Dying with dignity in the intensive care unit*.

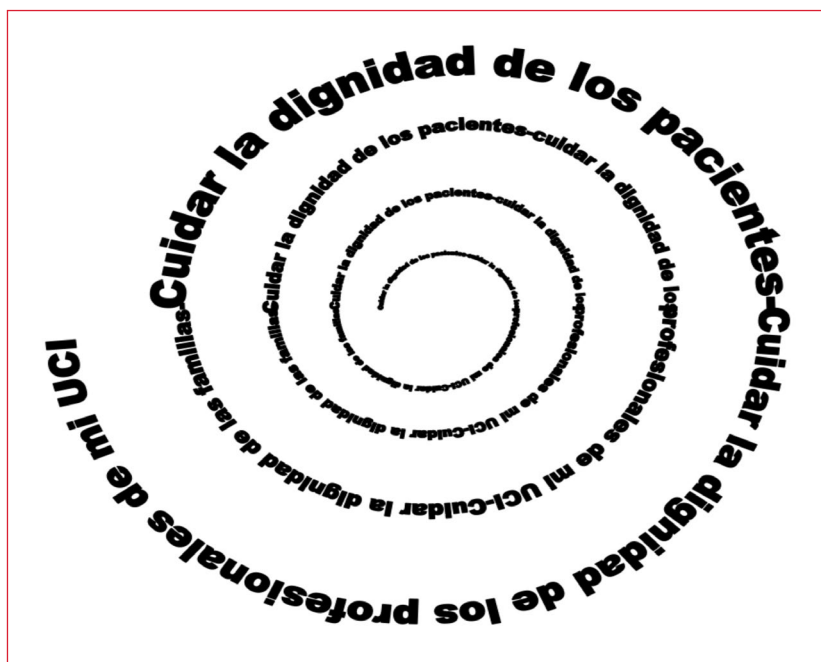


Figura. Espiral del cuidado de la dignidad en la Unidad de Cuidados Intensivos.

vos de los establecimientos de salud y la sociedad toda, la conciencia de la necesidad de cuidar la dignidad del profesional de la UCI y comenzar a desarrollar estrategias para implementar mejoras efectivas en dicho cuidado.

Conclusión

Volvemos al principio: La dignidad nos pone frente al misterio del hombre. Cuidar la dignidad: **¿Quién?** Todos. **¿Cuándo?** Siempre. **¿Cómo?** A través del respeto **¿Quiénes se benefician?** ¡TODOS! Del contacto con el otro con una actitud de inmenso respeto, brota una inmensa alegría, que nos dignifica y dignifica nuestro trabajo cada vez más profundamente.

Agradecimientos

A Francisco Maglio, por su inspiración constante.

A Margarita Torres Boden por sus valiosas observaciones e impulso.

A Pablo Pratesi y todo el Equipo de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario Austral de quienes aprendí tanto.

Bibliografía

1. Sulmasy DP. A biopsychosocial-spiritual model for the care of patients at the end of life. *Gerontologist* 2002; 42(Suppl 3): 24-33.
2. Chochinov HM. Dignity. Dignity? Dignity! *J Palliative Med* 2008; 11(5): 674-675.
3. Chochinov HM, Hack T, Hassard T, et al. Dignity in the terminally ill: a cross-sectional, cohort study. *Lancet* 2002; 360(9350): 2026-2030.
4. Proulx K, Jacelon C. Dying with dignity: the good patient versus the good death. *Am J Hospice Palliative Med* 2004; 21(2): 116-120.
5. Piers RD, Van den Eynde M, Steeman E, et al. End-of-life care of the geriatric patient and nurses' moral distress. *J Am Med Dir Assoc* 2012; 13(1): 80. e7-e13.
6. Millan Puelles A. Valor y contravalor de la persona humana. *Intus-Legere* 1998; 1: 59-84.
7. Melendo T. Metafísica de la dignidad humana. *Anuario Filosófico* 1994; 27(1): 15.
8. Immanuel K. *Fundamentación de la metafísica de las costumbres*. Madrid: Tecnos; 1983.
9. Melendo T. Dignidad humana y libertad en la bioética. *Cuadernos de Bioética* 1994; (17-18):1.
10. Pfeiffer ML. Volver a la dignidad. *Revista Colombiana de Bioética* 2009; 4(2): 117-130.
11. Spaemann R. Sobre el concepto de dignidad humana. *Persona y Derecho* 1988; 19: 13-33.
12. Habermas J. El concepto de dignidad humana y la utopía realista de los derechos humanos. *Diánoia* 2010; 55(64): 3-25.
13. Chochinov HM. Dignity-conserving care--a new model for palliative care: helping the patient feel valued. *JAMA* 2002; 287(17): 2253-2260.
14. Chochinov HM. Dignity and the essence of medicine: the A, B, C, and D of dignity conserving care. *BMJ* 2007; 335(7612): 184-187.
15. Chochinov HM, Hack T, Hassard T, et al. Dignity therapy: a novel psychotherapeutic intervention for patients near the end of life. *J Clin Oncol* 2005; 23(24): 5520-5525.
16. Cook D, Rocker G. Dying with dignity in the intensive care unit. *N Engl J Med* 2014; 370(26): 2506-2514.

■ Cuidar la dignidad, un desafío para todos en las Unidades de Cuidados Intensivos

17. Chochinov HM. Dignity therapy. Final words for final days. OUP USA; 2012.
 18. Ballester-Arnal R, Gómez-Martínez S, Gil-Juliá B, et al. Burnout y factores estresantes en profesionales sanitarios de las unidades de cuidados intensivos. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica* 2016; 21(2): 129-136.
 19. Galván ME, Vassallo JC, Rodríguez SP, et al. Síndrome de desgaste profesional (burnout) en médicos de unidades de cuidados intensivos pediátricos en la Argentina. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría* 2014; 53(1): 29-36.
 20. Piers RD, Azoulay E, Ricou B, et al. Perceptions of appropriateness of care among European and Israeli intensive care unit nurses and physicians. *JAMA* 2011; 306(24): 2694-2703.
-

Actualización en ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda

PEDRO TAFFAREL,* FACUNDO JORRO BARÓN,* GERMÁN BONETTO,# JORGE CAVAGNA,*‡ CLAUDIA MEREGALLI,* GUSTAVO DEBAISI*

* Servicio de Terapia Intensiva, Hospital General de Niños "Pedro de Elizalde", Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Servicio de Terapia Intensiva, Sanatorio Allende, Córdoba

‡ Servicio de Terapia Intensiva, Hospital Municipal de Quemados, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Correspondencia:

Dr. Pedro Taffarel

pedrotaffarel@hotmail.com

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Palabras clave

- Ventilación de alta frecuencia
- Síndrome de dificultad respiratoria aguda

Resumen

Recientemente un grupo de expertos estableció la definición del síndrome de dificultad respiratoria aguda en niños y las recomendaciones relativas a su tratamiento. La ventilación de alta frecuencia oscilatoria es considerada por este consenso como una alternativa válida a la ventilación mecánica convencional en pacientes con este síndrome e hipoxemia resistente. La incorporación de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en el ámbito clínico data de la década de 1970, su utilización se sustenta en que este modo ventilatorio respeta los objetivos fisiológicos de reclutamiento y protección pulmonar. La literatura alberga numerosas publicaciones referidas a la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en niños con síndrome de dificultad respiratoria aguda y su comparación con la ventilación mecánica convencional, la mayoría de los trabajos con diseños limitados, a excepción de dos estudios controlados y aleatorizados que objetivan menor daño inducido y menor enfermedad pulmonar crónica en los pacientes tratados con ventilación de alta frecuencia oscilatoria. A la luz de la evidencia analizada, esta ventilación en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda pediátrico sería una terapia aceptable ante el fracaso de las medidas convencionales.

Key words

- High-frequency ventilation
- Acute respiratory distress syndrome

Abstract

Recently, a group of experts established the definition of pediatric acute respiratory distress syndrome and the recommendations regarding its treatment. High-frequency oscillatory ventilation is considered by this consensus as a valid alternative to conventional mechanical ventilation in children with acute respiratory distress syndrome and refractory hypoxemia. There are numerous publications about high-frequency oscillatory ventilation in pediatric patients with this syndrome and its comparison with the conventional mechanical ventilation, most of the studies with limited designs, except for two randomized controlled studies that reported less induced injury and less chronic lung disease in patients treated with high-frequency oscillatory ventilation. Incorporation of this type of ventilation in the clinical setting dates back to the 70s, its use is supported by the fact that this ventilation mode respects the physiological aims of recruitment and lung protection. In light of the analyzed evidence, high-frequency oscillatory ventilation in children with acute respiratory distress syndrome would be an acceptable therapy when conventional measures fail.

Introducción

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) fue descrito, por primera vez, por Ashbaugh,¹ en 1967. Desde ese momento hasta la actualidad, su definición ha sufrido modificaciones asociadas a la mejor comprensión de su fisiopatología, como las propuestas por la Conferencia de Consenso Americano-Europeo, en 1994² y por la Conferencia de Consenso de Berlín,³ en 2012. La definición de Berlín incluye algunos cambios significativos, tales como la eliminación de la categoría lesión pulmonar aguda que es reemplazada por una graduación de la gravedad del SDRA en relación con el estado de oxigenación con la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, el requerimiento de un mínimo de 5 cmH_2O de presión positiva al final de la espiración (PEEP) y la determinación menos objetiva de la insuficiencia cardíaca. Estas definiciones se centraron en pacientes adultos y no contemplaron a la población pediátrica. Recientemente se realizó una conferencia de consenso de expertos en lesión pulmonar aguda pediátrica,⁴ en la cual se estableció la definición de SDRA pediátrico, considerándolo diferente del SDRA del adulto. La principal diferencia de esta definición es la incorporación del índice de oxigenación (IO) o, si no está disponible, el índice de saturación de oxígeno para estratificar la gravedad del SDRA (Tabla 1).

El SDRA es un cuadro clínico secundario a una lesión pulmonar o extrapulmonar que resulta en un daño en la membrana alvéolo-capilar, con el consiguiente aumento de su permeabilidad y la aparición de un edema pulmonar no cardiogénico. Se trata de una enfermedad parenquimatosa restrictiva, donde la distensibilidad pulmonar está reducida y los volúmenes pulmonares están disminuidos, especialmente a expensas de la capacidad residual funcional.⁵⁻⁷ Su

principal característica gasométrica es la hipoxemia que, en su evolución, puede tornarse resistente, definida como la incapacidad de mantener una relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 100$ mmHg con estrategia de protección pulmonar (presión meseta < 30 cmH_2O ⁸). Frente a este desenlace es fundamental optimizar la ventilación mecánica convencional (VMC) o instaurar nuevas estrategias ventilatorias según la gravedad del SDRA, como se propone en el consenso de Berlín³ (Figura).

Los avances en la asistencia ventilatoria mecánica (AVM) de las últimas décadas han demostrado la importancia de utilizar una estrategia ventilatoria de protección pulmonar, dado que la AVM genera una lesión histopatológica y clínica indiferenciable del SDRA.⁹⁻¹⁴ El uso de PEEP con una estrategia de limitación del volumen corriente (VC) protege de la lesión pulmonar vinculada a la AVM,¹³ asociado al desarrollo del concepto de *baby-lung* propuesto por Gattinoni¹⁵ que muestra que, en el SDRA, sólo una pequeña proporción del pulmón es la que interviene en el intercambio gaseoso y el resto del órgano se encuentra colapsado o inundado y, por último, los resultados del estudio de la *ARDS Network*¹⁶ que demostraron la necesidad de emplear bajo VC en pacientes con SDRA, enmarcaron las condiciones para proponer a la ventilación de alta frecuencia oscilatoria () en el tratamiento del SDRA.

La VAFO logra los objetivos de protección pulmonar al entregar frecuencias suprafisiológicas y VC cercanos al espacio muerto y, de esta manera, otorga presiones medias en la vía aérea (P_{aw}) más altas que la VMC, pero con menores oscilaciones de presión y de volumen, por ende, con menor volutrauma y barotrauma, y al permitir descender la FiO_2 , menor toxicidad de O_2 .¹⁷

■ Actualización en ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda

TABLA 1
Definición del síndrome de dificultad respiratoria pediátrico

Edad	Excluye pacientes con enfermedad pulmonar perinatal			
Tiempo	Dentro de los 7 días de una lesión clínica conocida			
Origen del edema	Insuficiencia respiratoria que no puede ser completamente explicada por la insuficiencia cardíaca o la sobrecarga de líquidos			
Radiografía de tórax	Infiltrado(s) nuevo(s) consistente(s) con enfermedad aguda del parénquima pulmonar			
Oxigenación	Ventilación no invasiva	Ventilación invasiva		
	SDRAP sin estratificación por gravedad	SDRAP leve	SDRAP moderado	SDRAP grave
	Máscara facial total con 2 niveles de presión o CPAP ≥ 5 cmH ₂ O • PaFi ≤ 300 • SF ≤ 264	IO $\geq 4 < 8$ ISO $\geq 5 < 7,5$	IO $\geq 8 < 16$ ISO $\geq 7,5 < 12,3$	IO ≥ 16 ISO $\geq 12,3$

Si la PaO₂ no está disponible, destetar la FiO₂ para mantener SaO₂ $\leq 97\%$ a fin de calcular el ISO o la relación SaO₂/FiO₂ (SF).

Extraída y modificada de *The Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group*.⁴

PaFi = relación PaO₂/FiO₂; SF = saturación arterial de oxígeno/FiO₂ (SaO₂/FiO₂); IO = índice de oxigenación (FiO₂ × presión media de la vía aérea × 100)/PaO₂; ISO = índice de saturación de oxígeno (FiO₂ × presión media en la vía aérea × 100)/SaO₂; CPAP = presión positiva continua en la vía aérea.

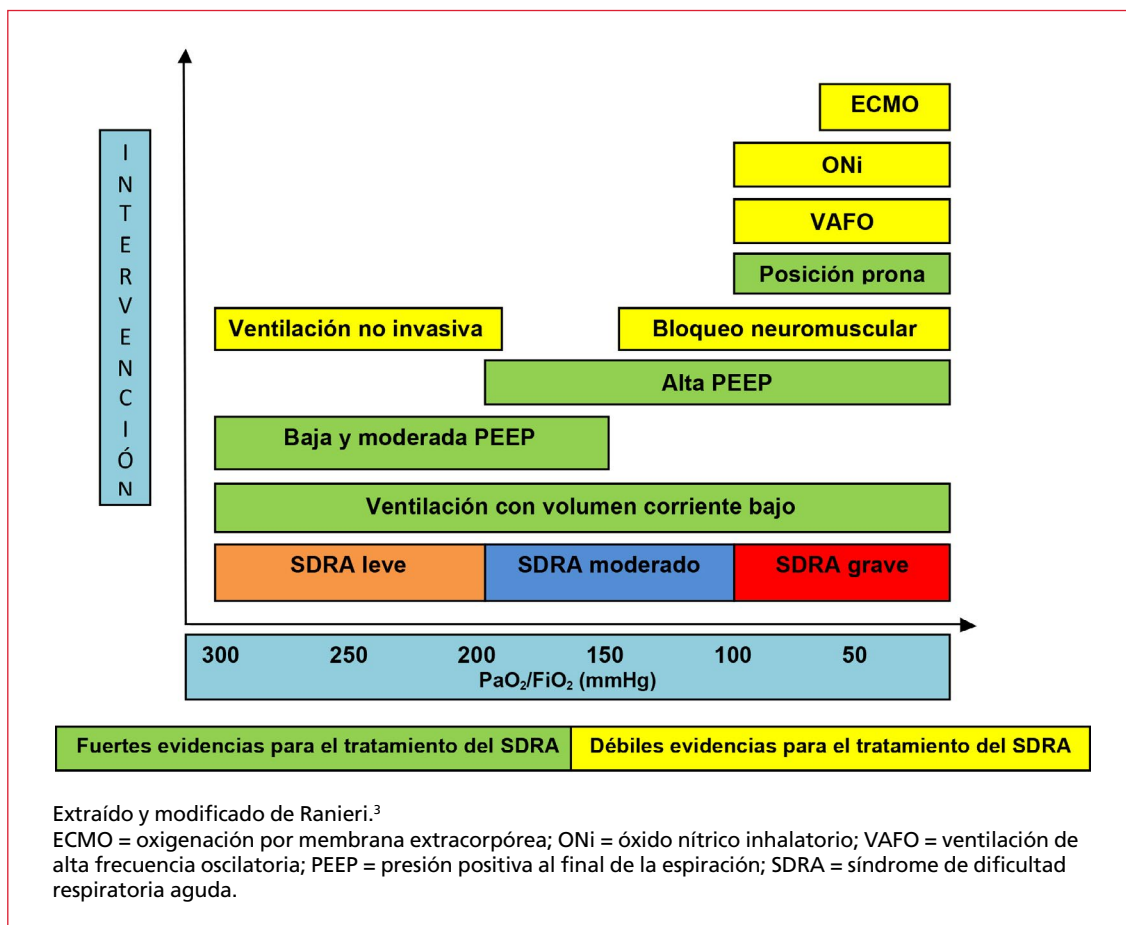


Figura. Estrategias de tratamiento según la gravedad del síndrome de dificultad respiratoria aguda.

En la actualidad, existen numerosas publicaciones sobre el uso de la VAFO en pacientes pediátricos con SDRA. Dos estudios controlados y aleatorizados^{18,19} compararon la AVM convencional con la VAFO en niños con SDRA y no detectaron diferencia en la mortalidad. Un estudio de observación²⁰ reportó mayor mortalidad con el uso de la VAFO, lo que coincide con dos ensayos controlados aleatorizados en adultos.^{21,22}

En el reciente Consenso sobre SDRA pediátrico,⁴ la utilización de la VAFO en pacientes pediátricos logró un acuerdo del 92%. El Consenso recomienda considerar la VAFO como una alternativa en los pacientes con SDRA moderado o grave en los que las presiones meseta excedan los 28 cmH₂O en AVM convencional.

Fisiología de la VAFO

El ventilador de VAFO^{17,23-26} consta de una fuente de flujo continuo de gas, de un mecanismo capaz de generar oscilaciones de la columna de gas en el circuito y en la vía aérea a altas frecuencias (diafragma o pistón), y de un puerto espiratorio con un sistema de filtro que mantiene la Paw a lo largo de todo el ciclo respiratorio. De esta forma, genera ondas oscilatorias de presión que son de alta amplitud a nivel proximal, pero que se atenúan por las fuerzas resistivas del circuito y las fuerzas conductivas de la vía aérea, de modo que, a nivel alveolar, sólo llegan ondas de presión de baja amplitud. Además de esta menor oscilación de presión, el VC utilizado es más pequeño y el volumen telespiratorio es mayor que el empleado en la VMC, y ambos son mantenidos de forma prácticamente constante. El fundamento fisiológico que hay detrás de esta modalidad se basa en mantener un volumen pulmonar espiratorio final elevado mediante la aplicación de una Paw en una zona de seguridad situada entre los puntos de inflexión superior e inferior de la curva presión-volumen, en la cual se sobrepone una amplitud de presión oscilatoria a una frecuencia suprafisiológica que varía entre 3 y 15 Hz. Se origina así un VC cercano al espacio muerto anatómico (1-3 ml/kg). Presenta una fase espiratoria activa, lo cual evita el atrapamiento aéreo y facilita el lavado de CO₂. La ventilación alveolar depende de la relación entre frecuencia de oscilación y del VC al cuadrado (VC²); por lo tanto, la mayor eliminación de CO₂ se logra principalmente al aumentar el VC. La ventilación aumenta con el mayor VC entregado y la menor frecuencia, pues su reducción permite una mayor oscilación del pistón y el incremento del VC, por lo que las frecuencias bajas son más nocivas por la mayor transmisión de delta presión.

Para que exista un intercambio adecuado de gas, uno de los conceptos básicos de la fisiología es que el VC entregado debe ser superior al espacio muerto anatómico, dado que la ventilación alveolar surge de la

relación entre la frecuencia respiratoria y la diferencia entre el VC y el espacio muerto [$VA = f \times (VC - VD)$]. Esta premisa no se respeta en la VAFO; por ende, estarían implicados otros mecanismos que, en su conjunto, son responsables de la ventilación durante la VAFO, aunque se desconoce la contribución cuantitativa precisa de cada uno. Los mecanismos propuestos son los siguientes:²⁷

- 1. Ventilación alveolar directa:** Los alvéolos situados en la proximidad del árbol traqueobronquial reciben el flujo directo del aire inspirado, esto produce el intercambio de gases por el mecanismo tradicional de flujo convectivo.
- 2. Dispersión longitudinal:** Durante la impulsión del flujo de aire convectivo en el interior de la vía aérea, ocurren torbellinos de aire que facilitan que el flujo inspiratorio se mezcle con el aire alveolar, incrementando la cantidad de gases que participan en el intercambio (por encima del esperado con el flujo directo simple).
- 3. Fenómeno pendular:** En los pulmones sanos y, en mayor grado, en los pulmones enfermos, el mecanismo de flujo de aire varía entre las diferentes regiones pulmonares y unidades alveolares. Las variaciones regionales en la resistencia y la distensibilidad hacen que algunas regiones del pulmón se llenen por completo más rápidamente que otras. En estas condiciones, parte del gas inspirado puede desplazarse desde las regiones más distendidas hacia las regiones proximales menos distendidas.
- 4. Velocidad laminar asimétrica:** Se refiere a la deformación parabólica del aire impulsado a gran velocidad en la vía aérea. El aire cercano a las paredes traqueobronquiales se desplaza a menor velocidad que el aire en la región central de la luz de la vía aérea. Estas características parabólicas de flujo laminar se acentúan más durante la inspiración; con la repetición de los ciclos respiratorios, el gas de la región central de la luz de la vía aérea alcanza mayor profundidad en los pulmones, mientras que el gas de las regiones marginales cercanas a la pared se desplaza hacia afuera.
- 5. Mezcla cardiogénica:** La agitación mecánica producida por las contracciones del corazón contribuye a la mezcla de gases, especialmente en las unidades alveolares contiguas al corazón.
- 6. Difusión molecular:** Al igual que en otras modalidades ventilatorias, este mecanismo juega un importante rol en la mezcla de gases, en los bronquiolos y las unidades alveolares cercanas a las membranas alvéolo-capilares.

Evidencias bibliográficas

En la literatura circunscrita al ámbito pediátrico, sólo hay dos estudios controlados aleatorizados que

comparan la VAFO con la VMC. El primero corresponde a Arnold et al,¹⁸ quienes, en 1994, publicaron un estudio, con entrecruzamiento en ambas ramas, que abarcó a cinco centros en un período de 3.5 años. En este estudio, 58 pacientes con insuficiencia respiratoria aguda o barotrauma pulmonar y un IO >13 fueron asignados al azar (29 VAFO y 29 VMC). Se demostró que la VAFO no mejoró la supervivencia (VAFO 66% y VMC 59%) o el total de días de ventilación al compararla con la VMC. Sin embargo, el porcentaje de supervivientes que requirió oxígeno suplementario a los 30 días fue significativamente menor en el grupo de VAFO (21% vs. 59%, $p = 0,039$), este fue un resultado secundario, ya que el tamaño de la muestra no fue calculado para responder este punto. Además, la mortalidad fue sólo del 6% (1/17) en los pacientes manejados exclusivamente con VAFO, mientras que fue del 42% (8/19) en el grupo de pacientes que fracasaron con la VMC y fueron tratados con VAFO, y del 40% (4/10) en quienes se administró VMC exclusivamente.

El otro estudio controlado aleatorizado data de 2005 y corresponde a Samransamruajkit et al,¹⁹ quienes llevaron a cabo un pequeño estudio de un solo centro, que comparó la VAFO ($n = 7$) con la VMC ($n = 9$) en pacientes con SDRA. La supervivencia fue mayor con VAFO sin ser estadísticamente significativa (71% vs. 31,5%, $p = 0,2$). El estudio fue diseñado para evaluar si la molécula soluble de adhesión intercelular-1 (sICAM-1), que media la interacción de leucocitos y endotelio, podría ser un marcador de gravedad en el SDRA. Se evidenció como factor predictivo de mortalidad la elevación en plasma de sICAM-1 en el día 3. La VAFO se asoció con valores inferiores de sICAM-1 en plasma y, por lo tanto, con menor lesión pulmonar.

Numerosos centros han descrito sus experiencias con VAFO (Tabla 2).²⁸⁻⁴⁵ Se trata de series de casos, con diseños limitados, que se proponen objetivar factores predictivos de mortalidad (>IO al ingreso en VAFO; fracaso en el descenso del IO en las primeras horas de instaurada la VAFO, asociación con enfermedades subyacentes, inicio precoz frente a inicio tardío de la VAFO, etc.). La supervivencia global reportada en estos artículos varía entre el 35% y el 100%.

Hasta 2010, el beneficio de la VAFO sobre la mortalidad no había sido establecido. En ese año, Sud et al⁴⁶ publican un metanálisis que incluye ocho estudios controlados y aleatorizados y 419 pacientes (6 estudios controlados aleatorizados de adultos y los dos pediátricos mencionados antes) comparando la VAFO y la VMC en adultos o niños con SDRA, y concluyen en que, en los pacientes asignados al azar a VAFO, la mortalidad fue significativamente menor (RR: 0,77; IC95%: 0,61-0,98; $p = 0,03$; 6 ensayos, 365 pacientes, 160 muertes). El fracaso del tratamiento (hipoxemia resistente, hipercapnia, hipotensión o barotrauma) que conllevó a su interrupción, fue menos probable en los pacientes con VAFO (RR: 0,7; IC95%: 0,46-0,99; $p =$

0,04; 5 ensayos, 337 pacientes, 73 eventos). Esta promisoriosa y alentadora publicación fue posteriormente contrastada con dos trabajos multicéntricos efectuados en la población adulta (OSCAR y OSCILLATE). En el primero, Young et al²¹ llevaron a cabo un estudio controlado aleatorizado que involucró 29 centros y 795 pacientes que requerían ventilación mecánica por SDRA, los cuales fueron asignados al azar a VAFO o VMC. Todos tenían una PaFi ≤ 200 mmHg, una PEEP >5 cmH₂O y una ventilación previa que había durado, al menos, dos días. No hubo diferencia significativa entre los grupos en el resultado primario (mortalidad a los 30 días), que ocurrió en el 41,7% del grupo con VAFO y en el 41,1% del grupo con VMC ($p = 0,85$). Luego de ajustar por centro, edad y sexo, tampoco hubo diferencias entre las modalidades de ventilación (OR: 1,03; IC95%: 0,75-1,4; $p = 0,87$).

En el segundo trabajo (OSCILLATE), Ferguson et al²² describen un estudio multicéntrico, aleatorizado y controlado, realizado en 39 Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) en cinco países, en el que 548 pacientes (1200 pacientes programados, el estudio fue interrumpido por consejo del comité de vigilancia) con SDRA fueron asignados aleatoriamente a VAFO (estrategia de volumen pulmonar óptimo) o VMC (estrategia de reclutamiento pulmonar con VC bajos y altos valores de PEEP). El resultado primario fue la tasa de mortalidad hospitalaria por cualquier causa; se halló una mayor mortalidad en el grupo con VAFO (47% vs. 35%, RR: 1,33; IC95%: 1,09-1,64; $p = 0,005$). La presencia de hipoxemia resistente (PaO₂ <60 mmHg durante una hora con una FiO₂ de 1,0) fue mayor en el grupo de control (VMC) que en el grupo tratado con VAFO; sin embargo, el número de muertes poshipoxemia resistente fue similar en ambos grupos. Una controversia que planteó el estudio fue que los pacientes del grupo con VAFO recibieron una mayor proporción de fármacos vasoactivos (91% vs. 84%, $p = 0,01$) y por más tiempo (5 días vs. 3 días, $p = 0,01$), no fue posible objetivar si esto obedeció a que los pacientes del grupo con VAFO tenían una Paw más alta al ingresar en el protocolo que el grupo de control (31 vs. 24 cmH₂O, $p < 0,0001$), y esto fuera responsable del compromiso hemodinámico.

Estas dos publicaciones que involucran a pacientes adultos, donde se pone en evidencia que la VAFO no tendría beneficios sobre la mortalidad (OSCAR)²¹ o bien podría incrementarla (OSCILLATE)²² cuando se la compara con la VMC, son corroboradas por un trabajo, limitado al universo pediátrico, realizado por Gupta et al.²⁰ Estos autores describen un estudio retrospectivo, de observación, que incluyó a niños de entre 1 mes y 18 años de edad, con insuficiencia respiratoria aguda. Se evaluó el tiempo de AVM, la estadía en la UCI y la mortalidad. Se compararon 902 pacientes que recibieron VAFO precoz (<24 h, $n = 483$) o tardía (>24 h, $n = 419$), con 1764 niños apareados que

TABLA 2

Principales características de las distintas publicaciones sobre ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos

Autor y año	Tipo de estudio y participantes (n)	Criterios de inclusión	Supervivencia (%)	Observaciones/Resultados
Literatura internacional				
Rosenberg, 1993 ²⁸	Prospectivo/ retrospectivo. Serie de casos, n = 12	IO >13	58	Mejor IO con VAFO precoz. Mayor IO a las 24 h en no supervivientes
Arnold, 1994 ¹⁸	Comparativo, aleatorizado con cruzamiento, n = 58	IO >13 o barotrauma	66 VAFO vs. 59 VMC	Requerimiento O ₂ suplementario a los 30 días menor en grupo con VAFO, 21% vs. 59%
Sarnaik, 1996 ²⁹	Prospectivo. Serie de casos, n = 31 20 pacientes con VAFO, resto JET	PaFi <150 con PEEP ≥8 o PaCO ₂ >60 con pH <7,25	74	IO >20 y sin descenso a las 6 h de VAFO > mortalidad
Brogan, 2000 ³⁰	Retrospectivo. Serie de casos, n = 66	NE. Todos los pacientes tratados con VAFO	39,4	> mortalidad a > FMO
Fedora, 2000 ³¹	Prospectivo. Serie de casos, n = 26	FiO ₂ >0,6 y Paw >15 para SaO ₂ >89%	VAFO precoz (17 pacientes): 58 VAFO tardía (9 pacientes): 12,5	Mortalidad > si inicio de VAFO >24 h
Watkins, 2000 ³²	Prospectivo. Serie de casos, n = 89 (100 ingresos en VAFO)	NE. Todos los pacientes tratados con VAFO	Global: 57 1993-1995: 12 1996-1998: 67	> supervivencia a > experiencia y VAFO precoz (>% de VAFO en el primer día y >GA-aO ₂ al ingreso en VAFO)
Martinon Torres, 2000 ³³	Prospectivo. Serie de casos, n = 6	IO >13	33,3	Mejores resultados con VAFO precoz
Duval, 2000 ³⁴	Retrospectivo. Serie de casos, n = 35	Pacientes con patología restrictiva y obstructiva	80	Disminución significativa del IO en supervivientes
Arnold, 2000 ³⁵	Retrospectivo. Serie de casos, n = 232	NE. Todos los pacientes tratados con VAFO	53,4	Inmunodeficiencia y sepsis, factores predictivos de mortalidad
Lochindarat, 2003 ³⁶	Prospectivo. Serie de casos, n = 21	SDRA con IO >10 y PaFi <200	52,4	IO a las 24 h menor en el grupo de supervivientes
Anton, 2003 ³⁷	Retrospectivo. Serie de casos, n = 19	SDRA y PaFi <200	74	> mortalidad IO inicial >20 y el fracaso para disminuir un 20% en 6 h
Slee-Wijffels, 2005 ³⁸	Retrospectivo. Serie de casos, n = 53 (32 con DAD y 17 con EVAP)	IO >13. Meseta >30 con hipercapnia	Global: 64,4 88 en EVAP 56 en DAD	>IO preVAFO en no supervivientes
Samransamruajkit, ¹⁹ 2005	Comparativo, aleatorizado, n = 16	Pacientes con SDRA	Global: 56,2 VMC: 44 (4/9) VAFO: 71 (5/7)	> mortalidad si > molécula soluble de adhesión intercelular-1 (sICAM-1), en plasma. VAFO < lesión pulmonar
Ben Jaballah, 2006 ³⁹	Prospectivo. Serie de casos, n = 20	FiO ₂ >0,6 para SaO ₂ >90% o PaO ₂ >65	75	Extubación desde VAFO, con Paw <8 y FiO ₂ <0,3
Berner, 2008 ⁴⁰	Retrospectivo. Serie de casos, n = 13	Insuficiencia respiratoria por VSR	100	Adecuado manejo con VAFO en pacientes con patrón obstructivo e hipercapnia

■ Actualización en ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda

Wang, 2008 ⁴¹	Retrospectivo. Serie de casos, n = 33 (36 ingresos en VAFO)	NE	45,5	<PaFi 12 h del ingreso en VAFO. > mortalidad sexo masculino y >peso
Rettig, 2015 ⁴⁸	Retrospectivo, multicéntrico, n = 328	NE. Todos los pacientes tratados con VAFO	NE	> mortalidad IO >35 e inmunosupresión < mortalidad VSR +
Literatura nacional y regional				
Selandari, 2001 ⁴²	Prospectivo. Serie de casos, n = 13	IO >18 o Paw >18	70	> mortalidad infección por adenovirus
Donoso, 2006 ⁴³	Prospectivo. Comparados periodos. Serie de casos, n = 49 (51 ingresos en VAFO)	IO >16	67	Grupo de no supervivientes > horas de VMC preVAFO, >IO final y > horas de VAFO
Taffarel, 2012 ⁴⁴	Retrospectivo. Serie de casos, n = 69 (76 ingresos en VAFO)	NE. Pacientes que requirieron VAFO	33,4	> mortalidad si >PIM II; >IO y PELOD ingreso VAFO, FiO ₂ >0,6 >24 h. Muestra con alta prevalencia de enfermedades crónicas
Pinzón, 2013 ⁴⁵	Retrospectivo. Serie de casos, n = 25	SDRA	48	VAFO redujo el IO por 48 h

Extraída y modificada de Kneyber M, et al.⁵¹

VMC = ventilación mecánica convencional; VAFO = ventilación de alta frecuencia oscilatoria; Paw = presión media de la vía aérea (mmHg); IO = índice de oxigenación; PaFi = PaO₂/FiO₂; PaO₂ = presión arterial de oxígeno (mmHg); PaCO₂ = presión arterial de dióxido de carbono (mmHg); FiO₂ = fracción inspirada de oxígeno; PEEP = presión positiva al fin de la espiración (cmH₂O); NE = no específica; GA-aO₂ = gradiente alvéolo-arterial de O₂; FMO = falla múltiple de órganos; SaO₂ = saturación arterial de oxígeno (%); SDRA = síndrome de dificultad respiratoria aguda; DAD = daño alveolar difuso; EVAP = enfermedad de las vías aéreas pequeñas; PELOD = puntaje de disfunción multiorgánica (%) (*Pediatric Logistic Organ Dysfunction*); PIM2 = índice de mortalidad pediátrica.

recibieron VMC. La duración de la AVM fue menor en el grupo con VMC (14.6 vs. 20.3 días, p <0,001), inclusive cuando se comparó con VAFO precoz (14.6 vs. 15.9 días, p <0,001), la estadía en la UCI fue más breve en el grupo de control que con VAFO temprana o tardía (19.1 vs. 24.9 días, p <0,001 y 19.3 vs. 19.5 días, p = 0,03, respectivamente) y, finalmente, la mortalidad (8% vs. 18%, p <0,001) favoreció ampliamente el uso de la VMC, adjudicando a la VAFO un peor pronóstico. Cuando se compararon los grupos de VAFO temprana y tardía, no hubo diferencias en la mortalidad (19,3% vs. 16,9%, p = 0,37), pero los tiempos de AVM y de permanencia en la UCI fueron más breves en el grupo de intervención precoz.

En un nuevo metanálisis realizado en 2015, por Maitra et al,⁴⁷ se analizan y describen siete estudios controlados aleatorizados con un total de 1759 pacientes adultos y se establece como resultado primario la mortalidad hospitalaria a los 30 días, la cual no presentó diferencia entre el grupo con VAFO y con VMC (43,5% vs. 42,1%, RR: 0,96; IC95%: 0,77-1,19; p = 0,70), y como resultados secundarios, la duración de la estadía en la UCI y la duración de la AVM, que se prolongaron en los pacientes expuestos a VAFO. Así mismo, la incidencia de hipoxemia resistente fue significativamente menor con el uso de VAFO, y la VAFO

no estuvo asociada a incrementos en la incidencia de barotrauma y de hipotensión resistente.

En 2015, Rettig et al⁴⁸ publican un estudio multicéntrico que incluye siete UCI pediátricos y realizan un estudio retrospectivo entre 2009 y 2010, cuyo objetivo fue evaluar el uso de VAFO a 10 años de la publicación de Arnold³⁵ y determinar la existencia de factores predictivos de mortalidad. El estudio clasifica a los pacientes (n = 328) en seis categorías, cuatro determinadas en función del diagnóstico primario (antecedentes de enfermedad pulmonar, cardiopatía congénita con cortocircuito de derecha a izquierda, inmunodeficiencia y virus sincicial respiratorio positivo), una quinta cohorte de referencia (sin antecedentes de enfermedad pulmonar) y un último grupo constituido por los pacientes con fracaso agudo a la VAFO. El IO >35 y el inmunocompromiso se asociaron con mayor riesgo de muerte (p <0,001) en comparación con la cohorte sin enfermedad previa y a la presencia de virus sincicial respiratorio con mejor supervivencia (p = 0,003). Un mayor IO antes del ingreso en VAFO es predictivo de muerte a los 30 días para los grupos con enfermedad pulmonar previa, cardiopatía e inmunodeficiencia, mientras que, en los grupos sin enfermedad pulmonar previa y virus sincicial respiratorio, no se detectó un aumento del riesgo de muerte a los 30

días con mayores valores del IO antes de la VAFO. Los autores identifican a la enfermedad pulmonar crónica (requerimiento de oxigenoterapia a los 30 días) con un IO >25 y un pH <7,30 antes de ingresar en VAFO, y concluyen en que la muerte de los pacientes en VAFO podría estar signada por la patología subyacente, que la optimización de la VMC podría reducir la incidencia de enfermedad pulmonar crónica y que el uso de la VAFO sigue planteándose como una medida de rescate ante la hipoxemia resistente, como se desprende del análisis, donde el IO era >19 antes de ingresar en VAFO en las seis categorías analizadas.

Recientemente, Bateman et al⁴⁹ describen un análisis secundario de la base de datos del estudio RESTORE,⁵⁰ realizado entre 2009 y 2013, en 31 UCI pediátricas de los Estados Unidos. Se incluyeron pacientes de 2 semanas a 17 años con más de 24 horas de ventilación mecánica por enfermedad aguda de la vía aérea o del parénquima pulmonar. El objetivo del trabajo fue comparar la evolución de los pacientes con SDRA ventilados con VAFO precoz (antes de las 24 h de iniciada la VMC) versus VMC o VAFO tardía (después de las 24 h de iniciada la VMC). Los resultados primarios evaluados fueron la duración de la ventilación mecánica a los 28 días y la mortalidad intrahospitalaria a los 90 días. Se incluyeron 2249 pacientes a la base de datos RESTORE, de los cuales 2096 (86%) utilizaron VMC y 353 (14%), VAFO; nueve de ellos fueron excluidos por usar ECMO el mismo día o antes que VAFO, y de los 344 restantes, 210 recibieron VAFO precoz y 134, VAFO tardía. Para comparar los grupos y su evolución, se realizó un apareamiento por puntaje de propensión, estimando que los pacientes por comparar tengan las mismas posibilidades de recibir VAFO como tratamiento según diversas covariables (edad, PRISM III, peor IO en los días 0-1 y disfunción cardiovascular y neurológica en los días 0-1).

Se realizaron dos análisis y, en ambos, los pacientes fueron estratificados en 5 quintiles de riesgo, el análisis se concentró en los quintiles de mayor riesgo (4 y 5). En el primer análisis, se incluyeron los pacientes con IO ≥ 8 en los días 0 y 1 (n = 1064, VAFO precoz 192 y VMC/VAFO tardía 872). El uso de VAFO precoz se asoció con mayor duración de la ventilación mecánica después de ajustar por categoría de riesgo (HR 0,75; IC95%, 0,64-0,89; p = 0,001), pero no se asoció con la mortalidad (OR 1,28; IC95%, 0,92-1,79; p = 0,15).

En el segundo análisis, se incluyeron todos los pacientes y el uso de VAFO precoz se asoció con mayor duración de la ventilación mecánica (HR 0,64; IC95%, 0,54-0,76; p = <0,001) y con mayor mortalidad (OR 1,81; IC95%, 1,23-2,65; p = 0,002).

Los autores concluyen en que los pacientes con SDRA pediátrico tratados con VAFO precoz requieren más días de ventilación mecánica que los tratados con VMC/VAFO tardía, sin mostrar diferencias en la mortalidad.

Del análisis se desprende que los pacientes del grupo con VAFO precoz tenían mayor edad, PRISM III, IO y disfunción de órganos en los días 0 y 1, una frecuencia más alta de neumonía y sepsis como diagnóstico al ingreso, y más antecedentes de enfermedad oncológica actual o previa. Un factor limitante es que el uso de VAFO no fue protocolizado, con lo cual el manejo varía con cada paciente y con cada centro.

Comentario

El SDRA pediátrico es una entidad relativamente común en las UCI de todo el mundo; en la actualidad, existen pocas terapias eficaces para su manejo, aunque la mortalidad ha disminuido, en forma constante, en las últimas décadas.

El reciente consenso sobre SDRA pediátrico logró un amplio acuerdo (>95%) en diferenciar la progresión y el resultado del SDRA en niños en comparación con la población adulta. En consecuencia, el recurso válido de transpolar estudios realizados en la población adulta al ámbito pediátrico por falta de evidencias en este grupo etario, podría traer aparejado sesgos en las interpretaciones, dado que ambas poblaciones no necesariamente se comportan de forma similar. Bajo esta premisa, los resultados de los estudios con correcto diseño realizados en la población adulta (OSCAR y OSCILLATE), en donde la VAFO se asocia a un peor pronóstico, deben quedar limitados a dicho universo y ser el incentivo para evaluar si esta asociación se respeta en el ámbito pediátrico.

Al día de la fecha la literatura pediátrica consta de dos trabajos controlados y aleatorizados que objetivan menor daño inducido y menor enfermedad pulmonar crónica en los pacientes con SDRA tratados con VAFO. Esto, sumado al acabado entendimiento de que la VAFO cumple los requisitos fisiológicos de reclutamiento y protección pulmonar en pacientes con patología restrictiva, y sustentado por la recomendación en el Consenso sobre SDRA pediátrico de considerar su instauración como una alternativa en los pacientes con SDRA moderado o grave con presiones meseta >28 cmH₂O, avalan sugerir como alternativa en el tratamiento del SDRA pediátrico, a la VAFO cuando la hipoxemia no responda a la optimización de la VMC.

Bibliografía

1. Ashbaugh D, Bigelow D, Petty T, et al. Acute respiratory distress in adults. *Lancet* 1967; 2: 319-323.
2. Bernard G, Artigas A, Brigham K, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 818-824.
3. Ranieri V, Rubenfeld G, Thompson B, et al. Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition. *JAMA* 2012; 307: 2526-2533.

4. Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the pediatric acute lung injury consensus conference. *Pediatr Crit Care Med* 2015; 16(5): 428-439.
5. Arnold JH, Ventre KM. Acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. En: Nichols DG (ed.). *Roger's Textbook of Pediatric Intensive Care*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008: 731-752.
6. Selandari JO. Ventilación de alta frecuencia y síndrome de dificultad respiratoria aguda. *Medicina Infantil* 1998; 5(1): 51-56.
7. Landry L, Motto E. Síndrome de dificultad respiratoria aguda. En: Vassallo JC, Rufach D (eds.). *Manual de Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría*. Buenos Aires: FUNDASAP; 2009: 107-112.
8. Esan A, Hess D, Raof S, et al. Severe hypoxemic respiratory failure: part 1-ventilatory strategies. *Chest* 2010; 137(5): 1203-1216.
9. MacIntyre N. Current issues in mechanical ventilation for respiratory failure. *Chest* 2005; 128(5 Suppl 2): 561S-567S.
10. Villar J. Ventilator or physician-induced lung injury? *Minerva Anestesiol* 2005; 71(6): 255-258.
11. Lionetti V, Recchia F, Ranieri V. Overview of ventilator-induced lung injury mechanisms. *Curr Opin Crit Care* 2005; 11(1): 82-86.
12. Gajic O, Dara S, Méndez J, et al. Ventilator-associated lung injury in patients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2004; 32(9): 1817-1824.
13. Webb HH, Tierney DF. Experimental pulmonary edema due to intermittent positive pressure ventilation with high inflation pressures. Protection by positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1974; 110(5): 556-565.
14. Dreyfuss D, Soler P, Basset G, et al. High inflation pressure pulmonary edema. Respective effects of high airway pressure, high tidal volume, and positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137(5): 1159-1164.
15. Gattinoni L, Pesenti A, Avalli L, et al. Pressure volume curve of total respiratory system in acute respiratory failure. Computed tomographic scan study. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136(3): 730-736.
16. ARDSnet Study Group. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med* 2000; 342: 1301-1308.
17. Arnold JH, Truog RD, Thompson JE, Fackler JC. High frequency oscillatory ventilation in pediatric respiratory failure. *Crit Care Med* 1993; 21(2): 272-278.
18. Arnold J, Hanson J, Toro-Figuero L, et al. Prospective, randomized comparison of high-frequency oscillatory ventilation and conventional mechanical ventilation in pediatric respiratory failure. *Crit Care Med* 1994; 22(10): 1530-1539.
19. Samransamruajkit R, Prapphal N, Deelodegenavong J, et al. Plasma soluble intercellular adhesion molecule-1 (sICAM-1) in pediatric ARDS during high frequency oscillatory ventilation: a predictor of mortality. *Asian Pac J Allergy Immunol* 2005; 23(4): 181-188.
20. Gupta P, Green J, Tang X, et al. Comparison of high-frequency oscillatory ventilation and conventional mechanical ventilation in pediatric respiratory failure. *JAMA Pediatr* 2014; 168(3): 243-249.
21. Young D, Lamb S, Shah S, et al; OSCAR Study Group. High-frequency oscillation for acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013; 368(9): 806-813.
22. Ferguson N, Cook D, Guyatt G, et al; OSCILLATE Trial Investigators; Canadian Critical Care Trials Group. High-frequency oscillation in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013; 368(9): 795-805.
23. Duval E, Markhorst D, van Vught A. High frequency oscillatory ventilation in children: an overview. *Respir Medicine* 2009; 2: 155-161.
24. Martínón-Torres F, Ibarra de la Rosa I, Fernández Sanmartina M. Ventilación de alta frecuencia. *An Pediatr (Barc)* 2003; 59(2): 155-180.
25. Donoso A, Arriagada D, Díaz RF. Estrategias ventilatorias ante el niño con síndrome de distress respiratorio agudo e hipoxemia grave. *Gac Med Mex* 2015; 151: 75-84.
26. García M, Selandari J. Ventilación de alta frecuencia. En: Vassallo JC, Rufach D, (eds.). *Manual de Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría*. Buenos Aires: FUNDASAP; 2009: 113-120.
27. Chang HK. Mechanisms of gas transport during ventilation by high-frequency oscillation. *J Appl Physiol* 1984; 56: 553-563.
28. Rosenberg R, Broner C, Peters K, et al. High-frequency ventilation for acute pediatric respiratory failure. *Chest* 1993; 104(4): 1216-1221.
29. Sarnaik A, Meert K, Pappas M, et al. Predicting outcome in children with severe acute respiratory failure treated with high-frequency ventilation. *Crit Care Med* 1996; 24(8): 1396-1402.
30. Brogan T, Bratton S, Meyer R, et al. Nonpulmonary organ failure and outcome in children treated with high frequency oscillatory ventilation. *J Crit Care* 2000; 15(1): 5-11.
31. Fedora M, Klimovic M, Seda M, et al. Effect of early intervention of high-frequency oscillatory ventilation on the outcome in pediatric acute respiratory distress syndrome. *Bratisl Lek Listy* 2000; 101(1): 8-13.
32. Watkins S, Peters M, Tasker R. One hundred courses of high frequency oscillatory ventilation: what have we learned? *Eur J Pediatr* 2000; 159(1-2): 134.
33. Martinon Torres F, Rodríguez Nuñez A, Jaimovich D, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric patients. Protocol and preliminary results. *An Esp Pediatr* 2000; 53(4): 305-313.
34. Duval E, Markhorst D, Gemke R, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric patients. *Neth J Med* 2000; 56(5): 177-185.
35. Arnold J, Anas N, Lockett P, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric respiratory failure: a multicenter experience. *Crit Care Med* 2000; 28(12): 3913-3919.
36. Lochindarat S, Srisan P, Jatanachai P. Factors affecting the outcome of acute respiratory distress syndrome in pediatric patients treated with high frequency oscillatory ventilation. *J Med Assoc Thai* 2003; 86(Suppl 3): S618-S627.
37. Anton N, Joffe K, Joffe A. Inability to predict outcome of acute respiratory distress syndrome in children when using high frequency oscillation. *Intensive Care Med* 2003; 29(10): 1763-1769.
38. Slee-Wijffels F, van der Vaart K, Twisk J, et al. High-frequency oscillatory ventilation in children: a single center experience of 53 cases. *Crit Care* 2005; 9(3): R274-R279.
39. Ben Jaballah N, Khaldi A, Mnif K, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric patients with acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med* 2006; 7(4): 362-367.
40. Berner M, Hanquinet S, Rimensberger P. High frequency oscillatory ventilation for respiratory failure due to RSV bronchiolitis. *Intensive Care Med* 2008; 34(9): 1698-1702.
41. Wang CC, Wu WL, Wu ET, et al. High frequency oscillatory ventilation in children: experience of a medical center in Taiwan. *J Formos Med Assoc* 2008; 107(4): 311-315.
42. Selandari J, Vassallo J, Collman C, et al. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pediatría. *Arch Argent Pediatr* 2001; 99(5): 397-404.

43. Donoso A, Cruce P, León BJ. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos. *Rev Chil Enf Respir* 2006; 22: 21-30.
44. Taffarel P, Bonetto G, Jorro Barón F, et al. Análisis de efectividad de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda en un centro de alta complejidad. *Arch Argent Pediatr* 2012; 110(3): 214-220.
45. Pinzon A, da Rocha T, Ricachinevsky C, et al. High-frequency oscillatory ventilation in children with acute respiratory distress syndrome: experience of a pediatric intensive care unit. *Rev Assoc Med Bras* 2013; 59(4): 368-374.
46. Sud S, Sud M, Friedrich JO, et al. High frequency oscillation in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome (ARDS): systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2010; 340: c2327.
47. Maitra S, Bhattacharjee S, Khanna P. High-frequency ventilation does not provide mortality benefit in comparison with conventional lung-protective ventilation in acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Anesthesiology* 2015; 122(4): 841-851.
48. Rettig J, Smallwood C, Walsh B, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric acute lung injury: a multi-center international experience. *Crit Care Med* 2015; 43(12): 2660-2667.
49. Bateman S, Borasino S, Asaro L, et al. Early high-frequency oscillatory ventilation in pediatric acute respiratory failure. A propensity score analysis. *Am J Respir Crit Care Med* 2016; 193(5): 495-503.
50. Curley MAQ, Wypij D, Watson R, et al; RESTORE Study Investigators and the Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators Network. Protocolized sedation vs usual care in pediatric patients mechanically ventilated for acute respiratory failure: a randomized clinical trial. *JAMA* 2015; 313: 379-389.
51. Kneyber M, van Heerde M, Markhorst D. Reflections on pediatric high-frequency oscillatory ventilation from a physiologic perspective. *Respir Care* 2012; 57(9): 1496-1504.

Decúbito prono: revisión narrativa

MATÍAS ACCOCE, GUSTAVO PLOTNIKOW, MARIANO SETTEN, DARÍO VILLALBA, PABLO GALINDEZ

Capítulo de Kinesiología Intensivista, Sociedad Argentina de Terapia Intensiva

Correspondencia:

Dr. Matías Accoce

matiasaccoce@yahoo.com.ar

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Palabras clave

- Decúbito prono
- Síndrome de distrés respiratorio agudo
- Hipoxemia refractaria
- Unidad de Cuidados Intensivos

Key words

- Prone position
- Acute respiratory distress syndrome
- Refractory hypoxemia
- Intensive Care Unit

Resumen

Los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo demandan gran atención en la Unidad de Cuidados Intensivos. La utilización del decúbito prono en esta población tiene un sustento bibliográfico sumamente sólido y, en varios ensayos clínicos aleatorizados, se ha comprobado su efecto sobre la oxigenación medida a través de la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ e incluso su impacto en prolongar la supervivencia. Esta estrategia ha demostrado ser una maniobra útil y accesible para la mayor parte de las Unidades de Cuidados Intensivos y su implementación, realizada de manera protocolizada y por personal entrenado, debería ser considerada en un grupo selecto de pacientes quienes se beneficiarían en términos de mortalidad. En la Argentina, pareciera que muchos profesionales han decidido implementar la maniobra en sus lugares de trabajo, con un bajo porcentaje de complicaciones.

Abstract

Patients with acute respiratory distress syndrome demand great attention in the Intensive Care Unit. The use of prone position in this population has a very robust literary support, and several randomized clinical trials have shown the effect on oxygenation (represented by an increase in $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) and even its impact on increasing survival. The prone position has proved to be a useful and accessible maneuver for most of Intensive Care Units and its implementation, following a protocol and done for trained personnel, should be considered in a select group of patients who would benefit in terms of mortality. In Argentina, many professionals have decided to implement the prone position in their workplace, with a low percentage of complications.

Introducción

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) demanda gran atención en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), no sólo por la tasa de mortalidad, sino también por el alto consumo de recursos, y las consecuencias funcionales y neuropsicológicas a largo plazo. A pesar del amplio conocimiento alcanzado sobre la fisiopatología de este síndrome, el enfoque en la UCI consiste, en gran parte, en un tratamiento de soporte vital y en evitar los efectos secundarios de las terapéuticas invasivas, como la ventilación mecánica (VM), los sedantes, los bloqueantes neuromusculares (recientes trabajos hablan de los efectos beneficiosos en pacientes con SDRA moderado, empleados por 48 hs) y la administración de elevadas concentraciones de oxígeno.¹ Si bien, durante los últimos 20 años, se produjeron grandes avances en la VM con un impacto importante sobre la mortalidad,² esta continúa siendo elevada.³⁻⁵

Una característica de los pacientes con SDRA, sobre todo los más graves, es la presencia de hipoxemia refractaria debido a la presencia de *shunt*, y que pueden requerir tratamientos adicionales a la VM, entre ellos, la VM en decúbito prono (DP). Este método de posicionamiento, que fue recomendado para mejorar la oxigenación, por primera vez, en 1974,⁶ puede ser implementado fácilmente en cualquier UCI,⁷ sin equipamiento específico, ni costoso. En esta posición, se optimiza la relación ventilación/perfusión (V/Q) de los pulmones lesionados y se reduce el gradiente gravitacional de la presión pleural. Con la implementación del DP, la presión transpulmonar resulta más uniforme, y se podría lograr el reclutamiento en las regiones colapsadas, sin distender excesivamente regiones pulmonares que ya fueron reclutadas, además de descomprimir áreas que se encuentran detrás del mediastino colapsadas por el peso del corazón. A su vez, una relación V/Q más homogénea impacta positivamente sobre la oxigenación.^{8,9}

El uso del DP tiene un sustento bibliográfico sumamente firme. Varios ensayos clínicos aleatorizados y controlados (ECAC) han demostrado el efecto del DP sobre la oxigenación en pacientes con SDRA medida a través de la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ^{10,11} e incluso su impacto en prolongar la supervivencia.¹⁰⁻¹³ En un reciente estudio de Guérin et al, se corroboró una reducción de aproximadamente el 50% en la tasa de mortalidad de pacientes con SDRA seleccionados al compararlo con una estrategia de VM protectora que, hasta ese momento, había tenido mejores resultados para el manejo ventilatorio de esta entidad.¹⁴

En nuestro país, hasta la fecha, no se conocen registros ni datos sobre la implementación del DP ni protocolos de implementación. Por este motivo, durante el 24.º Congreso Argentino de Terapia Intensiva, realizado en Mar del Plata, entre el 17 y el 21 de septiembre

de 2014, los miembros del Capítulo de Kinesiología Intensivista de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva llevaron a cabo una encuesta anónima para intentar conocer y describir el uso del DP en las diferentes UCI de la Argentina.

El objetivo de esta revisión narrativa es exponer la evidencia disponible sobre la implementación del DP, los cambios producidos en el sistema respiratorio por la aplicación de la maniobra y su impacto sobre la mortalidad. A su vez, se presentan, de manera descriptiva, los resultados de una encuesta realizada en la Argentina. Por último, se proporcionan lineamientos para la toma de decisiones.

Materiales y Métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos LILACS, MEDLINE, Biblioteca Cochrane y SciELO con las siguientes palabras clave: *prone position, acute respiratory distress syndrome, refractory hypoxemia, intensive care unit*. Se seleccionaron los artículos más relevantes de la búsqueda, según el objetivo y el criterio de los autores.

Desarrollo

Modificaciones fisiológicas asociadas al DP

La posición prona fue descrita, por primera vez, en la literatura de cuidados intensivos, en dos estudios: una teoría de Bryan⁶ destacó su potencial impacto favorable en la mecánica pulmonar, y una segunda de Piehl et al¹⁵ comunicó mejoras importantes en la oxigenación. Un tercer trabajo de Douglas, publicado en 1977, planteó los beneficios hipotéticos del DP. Lamentablemente, como sucede al inicio de nuevas investigaciones, estos estudios fueron pasados por alto, sin provocar un impacto en la comunidad científica.^{16,17}

En los pulmones de los pacientes con SDRA, coexisten alvéolos relativamente normales con otros colapsados potencialmente reclutables, junto a otros sectores alveolares no reclutables. En este escenario, se incrementa el peso del pulmón por edema, que genera una presión sobreimpuesta de 4 a 5 veces superior a la normal, lo cual origina el colapso de las regiones pulmonares dependientes (atelectasia por compresión) y una mayor distensión de las regiones no dependientes por tracción de alvéolos contiguos.^{16,18}

Normalmente, el desplazamiento de los gases desde los pulmones y hacia ellos está determinado por un gradiente de presión. La relación entre el gradiente de presión necesario para mantener los pulmones expandidos y el volumen de gas utilizado define la propiedad elástica del sistema respiratorio. La elastancia del sistema respiratorio ($E_{SR} = E_P + E_T$) comprende la elastancia de la pared torácica (E_T) y la de los pulmones (E_P). La presión estática de la vía

aérea (P_{A_0}) representa la presión alveolar cuando se mide mediante una maniobra estática en un paciente conectado a VM. Podemos definir la E_p como la diferencia de presión transpulmonar sobre el volumen corriente ($[P_{A_0}$ - presión esofágica de fin de inspiración] - $[P_{A_0}$ - presión esofágica de fin de espiración]/volumen corriente) y a la E_T como la diferencia de presión esofágica sobre el volumen corriente ($[$ presión esofágica de fin de inspiración - presión esofágica de fin de espiración $]/$ volumen corriente). Los cambios de posición traen aparejados cambios en la elastancia y el DP no es la excepción. En esta posición, la E_{SR} puede aumentar, disminuir o permanecer constante, es decir, para el mismo volumen corriente entregado, la presión meseta puede aumentar, disminuir o permanecer sin cambios y esto se debe a la interacción entre la pared torácica y el pulmón.

Comportamiento de la elastancia de la pared torácica durante el DP

La región dorsal de la pared torácica es más rígida que la ventral, esto se debe a la presencia de la columna vertebral y las masas musculares paravertebrales. Cuando se coloca a un paciente en DP, la expansión del tórax se produce principalmente hacia la región abdominal y dorsal, y la presión intrabdominal permanece constante, independientemente de la posición corporal. Además, debemos contemplar que la pared ventral se torna más rígida por la posición *per se* y el resultado de todo esto es un aumento en la E_T . Retomando la explicación anterior, si la E_p no cambia, el resultado es un aumento en la E_{SR} secundario al incremento de la E_T .^{16,19}

Comportamiento de la elastancia pulmonar durante el DP

En un paciente con VM y sin actividad diafragmática, durante la inspiración, el aire se dirigirá a las regiones no dependientes (debido al colapso de las regiones dependientes de la gravedad) que, a la vez, son las menos perfundidas, lo que acentúa el desequilibrio V/Q. En DP, la disponibilidad de parénquima pulmonar se incrementa, se reclutan alvéolos colapsados, potencialmente reclutables, y los lóbulos inferiores

(que superan en cantidad de alvéolos a los superiores) ofrecen mayor superficie para la difusión y, a su vez, mejora la distribución de tensiones ventilatorias disminuyendo el *strain* (deformación de las fibras) y el *stress* (tensión). En estudios con animales, se ha observado que esta disminución en la deformación de las fibras (menor apertura y cierre cíclico) y la menor tensión podrían tener un efecto protector en el parénquima pulmonar. El DP varía la distribución del gradiente de presión en relación con la redistribución de los infiltrados, el peso del corazón (en posición supina, comprime el lóbulo inferior izquierdo del pulmón), las variaciones en la E_p y el desplazamiento cefálico del abdomen, lo cual lleva a que la ventilación alveolar sea más homogénea.^{9,18-23}

Si el reclutamiento alveolar provocado es neto, la E_p disminuye proporcionalmente al grado del reclutamiento. Si la disminución en la E_p es similar al aumento en la del E_T , la E_{SR} se mantendrá sin cambios. Por el contrario, si la disminución de la E_p asociada con el reclutamiento es mayor que el aumento en la E_T , el resultado final será una disminución en la E_{SR} (Tabla 1).

Cambios en la relación V/Q durante el DP

En la descripción de ventilación perfusión del pulmón en posición vertical realizada por West, la relación entre el flujo de sangre, la presión arterial pulmonar, la presión alveolar y el retorno venoso podría regularse por la resistencia de Starling, en la cual los vasos pulmonares (tubos colapsables) están dentro de una cámara cerrada (tórax) donde la presión puede ser modificada (alvéolos pulmonares). Cuando la presión de entrada en la arteria pulmonar es menor que la presente en la cámara (presión alveolar), el flujo de sangre se detiene. Por el contrario, cuando la presión de entrada es mayor que la de la cámara, el flujo de sangre se determina por la diferencia entre la presión en la arteria pulmonar y la presión alveolar, o entre la presión alveolar y la presión venosa. Esta hipótesis “gravitacional” puede explicar por qué la perfusión es mayor en las regiones dependientes de los pulmones, salvo aquellas zonas dependientes donde

TABLA 1
Cambios en la mecánica toracopulmonar durante la posición prona

E_T	E_p	E_{SR}	Parénquima pulmonar
Aumenta. La pared ventral se torna más rígida.	Si el reclutamiento alveolar es neto, la E_p disminuye proporcionalmente al grado de extensión del reclutamiento.	Si la disminución de la E_p es igual al aumento de la E_T , la E_{SR} no cambia. Si la E_p disminuye en mayor proporción que el aumento de la E_T , la E_{SR} disminuye.	Disminuye el <i>stress</i> y el <i>strain</i> . Aumenta la disponibilidad del parénquima. Redistribución de infiltrados alveolares. Homogenización de la ventilación alveolar.

E_T = elastancia de la pared del tórax, E_p = elastancia pulmonar, E_{SR} = elastancia del sistema respiratorio.

la perfusión ha disminuido por otros factores, como la hipoxia alveolar o el incremento de la resistencia en vasos extralveolares por disminución grave del volumen pulmonar, lo que West define como zona IV. Si se acepta la "teoría gravitacional", en DP, debe existir un gradiente de distribución de perfusión de las regiones no dependientes a las regiones dependientes del pulmón. Contrariamente a esto, los estudios en humanos y experimentales confirman la hipótesis en la cual se ha observado un gradiente no gravitacional en la distribución de la perfusión, en DP. Como ya se mencionó, en DP, las zonas no dependientes son las mejor perfundidas; por lo tanto, en esta posición, mejora notablemente la relación V/Q.^{24,25} Otros factores influyen para este tipo de distribución, como la arquitectura fractal de los vasos, la mayor producción de óxido nítrico en las zonas dorsales con respecto a las ventrales y una menor resistencia vascular en las zonas dorsales.²⁶

Resultados de ensayos clínicos y revisiones

Para la revisión se seleccionaron cinco ECAC que consideramos más relevantes en los cuales se intentó demostrar que la ventilación en DP de pacientes con hipoxemia disminuye la mortalidad: Gattinoni,¹⁰ Guérin,¹¹ Mancebo,¹² Taccone,¹³ Guérin,¹⁴ y nueve revisiones y metanálisis.

En el primer ECAC publicado del *Prone-Supine Study Group*,¹⁰ en 2001, se aleatorizó a 304 pacientes que sufrían lesión pulmonar aguda con un amplio rango de gravedad. Los pacientes permanecieron pronados durante 7 horas por día en promedio, con un máximo de 10 días, pero no hubo ningún efecto sobre la supervivencia. Tres años más tarde, Guérin et al¹¹ efectuaron un estudio multicéntrico similar: los pacientes se mantuvieron en DP durante aproximadamente 8 horas por día, hasta que cumplieran los criterios clínicos de mejoría. Este estudio tampoco mostró una reducción en la mortalidad.

Dos ECAC multicéntricos trataron de corregir algunas deficiencias de los estudios anteriores: sólo incluyeron pacientes con SDRA y permanecieron pronados aproximadamente 20 horas por día. El estudio de Mancebo et al¹² se suspendió antes de tiempo, después de incluir sólo 142 pacientes, por dificultades en el reclutamiento. El estudio más reciente de Taccone et al¹³ (*Prone-Supine II Study*) incluyó 342 pacientes y mostró una frecuencia significativamente mayor de episodios adversos (obstrucción del tubo orotraqueal, hipotensión, vómitos, extubación accidental) en los pacientes en DP. Ninguno de los dos estudios mencionados mostró algún beneficio en la supervivencia, ni siquiera en los pacientes con SDRA grave.

En 2013, el estudio multicéntrico francés *PROSEVA Study Group*¹⁴ demuestra, por primera vez, un

marcado beneficio sobre la tasa de mortalidad al día 28: 16% en el grupo con DP (38/237 pacientes) y 32,8% (75/229 pacientes) en el grupo de control ($p < 0,001$). Su diseño cuenta con nuevas características:

- Utilización de VM protectora (Volumen corriente 6 ml/kg de peso corporal ideal como punto de partida, junto con presión meseta < 30 cm H₂O).
- Inclusión de pacientes con SDRA grave, definido como una PaO₂/FiO₂ < 150 mmHg con una presión positiva al final de la espiración (PEEP) ≥ 5 cm H₂O y FiO₂ $\geq 60\%$.
- Empleo de un período de estabilización de 12-24 horas antes de la aleatorización, lo que permitió seleccionar a los pacientes con SDRA que no mejoran sólo con la estrategia de ventilación protectora habitual, descartar aquellos con atelectasia o edema pulmonar hidrostático como importantes contribuyentes a la hipoxemia aguda.
- Uso de bloqueantes neuromusculares en infusión continua, durante las primeras 48 horas de la VM.
- Desvinculación de la VM que incluyó la interrupción estandarizada de la sedación.

Resultados de revisiones y metanálisis

Como ya se mencionó, se han publicado algunas revisiones y metanálisis con el objetivo de analizar los datos de los ECAC publicados sobre el tema, con muestras más representativas; efectuar estratificaciones según la PaO₂/FiO₂ y la cantidad de horas por día en DP, para dilucidar si existirían subgrupos con diferencias en la mortalidad.

Abroug et al²⁷ publicaron un metanálisis que incluyó seis ECAC con datos de 1372 pacientes para analizar la mortalidad en la UCI a los 28 días como variable primaria; 713 pacientes fueron ventilados en DP y 659, en posición supina. Las variables secundarias incluyeron cambios en la PaO₂/FiO₂, incidencia de neumonía asociada a la VM (NAVIM) y de efectos adversos en DP (úlceras por presión, obstrucción del tubo orotraqueal, extubación accidental, desplazamiento del catéter venoso central o de tubos de tórax, neumotórax y paro cardíaco). También se analizó el tiempo de permanencia en la UCI. La ventilación en DP se asoció con una mejora en la supervivencia, con un cambio en la mortalidad del 3% (cociente de posibilidades [*odds ratio*, OR] 0,97; intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 0,77-1,22) sin significancia estadística, a favor del grupo en DP. Con respecto a la incidencia de NAVIM en esta posición, si bien sólo se obtuvieron datos de tres trabajos^{11,12,28} y se añadieron los del estudio de Beuret et al²⁹ para el análisis de esta variable, los resultados muestran una reducción de la incidencia de NAVIM en el grupo de DP (OR 0,77; IC95%: 0,57-1,04). Esta diferencia no alcanzó significancia estadística ($p = 0,09$), con moderada heterogeneidad

entre los estudios incluidos. Respecto de la oxigenación, en este metanálisis, la ventilación en DP mostró una mejoría en la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de 25 mmHg (IC95%: 15-35, $p < 0,00001$, $I^2 = 56\%$), sin diferencias en las complicaciones. Los resultados del metanálisis de Abroug et al no justifican el uso rutinario del DP durante la VM en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica (incluye lesión pulmonar aguda y SDRA), ya que, pese a la mejoría de la oxigenación y al menor riesgo de NAVM, no mejora la supervivencia.²⁷

En el mismo año, se publica otro metanálisis llevado a cabo por Sud et al,⁷ que incluye más estudios con un número pequeño de pacientes. Sus objetivos fueron evaluar la mortalidad, la oxigenación, la NAVM, la duración de la VM y los efectos adversos. En el análisis primario (10 estudios clínicos,^{10-12,28-34} $n = 1486$), la ventilación en DP no disminuyó la mortalidad (riesgo relativo [RR] 0,96; IC95%: 0,84-1,09; $p = 0,52$). La duración del DP fue hasta de 24 horas, por uno o dos días, en los ensayos de duración corta³²⁻³⁴ y hasta de 24 horas al día, por más de dos días, en los ensayos prolongados.^{10-12,28-31} En el análisis de subgrupos, no se encontraron diferencias significativas en la mortalidad entre los ensayos de duración corta del DP³²⁻³⁴ (RR 0,77; IC95%: 0,46-1,28) y los de duración prolongada^{10-12,28-31} (RR 0,97; IC95%: 0,85-1,11; $p = 0,39$ para la comparación de los RR). La ventilación en DP aumentó la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ del 23-34% en los tres primeros días luego de la aleatorización, medida al final del período de prono. El análisis *post hoc* reveló que la mayor parte de esta mejora se produjo durante la primera hora de prono. La $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ permaneció un 6-9% más alta en los pacientes del grupo en DP después de ser colocados en la posición supina. En seis ensayos^{11,12,28-30,35} ($n = 1026$), la ventilación en DP redujo el riesgo de NAVM (RR 0,81; IC95%: 0,66-0,99; $p = 0,04$), sin heterogeneidad ($I^2 = 0\%$). En seis estudios^{10,28-32} ($n = 504$), la ventilación en DP aumentó el riesgo de úlceras por presión (RR 1,36; IC95%: 1,07-1,71; $p = 0,01$; $I^2 = 0\%$).

En 2010, Sud et al³⁶ publican una revisión sistemática y un metanálisis enfocado en el impacto sobre la mortalidad, y postulan que la ventilación en DP puede reducir la mortalidad en pacientes gravemente hipoxémicos definidos por una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ mmHg, pero no en pacientes con hipoxemia moderada ($100 \text{ mmHg} \leq \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mmHg). La variable primaria fue mortalidad en el subgrupo de pacientes con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ mmHg vs. pacientes con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 100$ y ≤ 300 mmHg. Para cada estudio, se determinó la mortalidad al alta hospitalaria o al seguimiento más lejano. Los resultados secundarios incluyeron la mortalidad estratificada según la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, pero limitados a los pacientes con lesión pulmonar aguda/SDRA; y en todos los pacientes, la duración de la VM, los días sin VM hasta el día 28 y los episodios adversos. La revisión abarcó 10 estudios^{1,10-13,28-31,35} ($n = 1867$;

un estudio³¹ incluyó 102 niños). Siete^{1,10-13,30,31} de los 10 estudios informaban la mortalidad estratificada por la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ y fueron incluidos para la variable primaria. La ventilación en DP redujo significativamente la mortalidad en pacientes con una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ mmHg (RR 0,84; IC95%: 0,74-0,96; $p = 0,01$, $n = 555$), pero no en aquellos con una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 100$ mmHg (RR 1,07; IC95%: 0,93-1,22; $p = 0,36$, $n = 1169$). En el subgrupo gravemente hipoxémico, el número de pacientes necesario a pronar para evitar una muerte fue de 11 (IC95%: 6-50). Los análisis *post hoc* con variación de los puntos de corte de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ sugirieron una disminución de la mortalidad en el subgrupo más grave, usando un punto de corte de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ límite de hasta aproximadamente 140 mmHg. En los tres primeros días posteriores a la aleatorización, la ventilación en DP mejoró la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ entre un 27% y un 39%, en siete ensayos.^{1,10-13,30,31,35} La ventilación en DP también redujo la NAVM (RR 0,81; IC95%: 0,67-1,00; $p = 0,05$; en ocho ensayos,^{1,11,12,28-30,35} $n = 1066$). A pesar de estas mejoras, no hubo efecto sobre la duración de la VM (diferencia media -0.70 días; IC95% -2.01-0.62; $p = 0,30$; ocho ensayos,^{1,10,11,13,28,29,31,35} $n = 1588$) o en los días sin VM al día 28 (media de diferencia -0.88 días; IC95%: -2.14-0.37; $p = 0,17$; cinco ensayos^{1,10,13,29,31} $n = 771$). Según este metanálisis, el DP aumenta el riesgo de úlceras por presión (RR 1,29; IC95%: 1,16-1,44; $p < 0,00001$; siete ensayos,^{10,12,28-31} $n = 1279$), además de la incidencia de obstrucción del tubo endotraqueal (RR 1,58; IC95% 1,24-2,1; $p = 0,0002$; siete ensayos,^{1,11,13,28,29,31,33} $n = 1351$) y la salida accidental de tubos torácicos (RR 3,14; IC95%: 1,02-9,69; $p = 0,05$; ocho ensayos,^{1,10,13,28-31,33} $n = 886$, de los cuales sólo dos^{10,13} informaron eventos). No se hallaron diferencias significativas en el riesgo de eventos, como extubación no planificada, remoción imprevista de catéteres venosos centrales o arteriales, neumotórax o paro cardíaco.

En el mismo año, un metanálisis de Gattinoni et al¹⁹ que incluyó cuatro trabajos¹⁰⁻¹³ para el análisis de la variable mortalidad. Estos autores hallaron, al igual que en el metanálisis de Sud et al, diferencias para esta variable a favor del grupo en DP en pacientes con hipoxemia grave ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ mmHg).

En 2011, Abroug et al³⁷ publican un nuevo metanálisis que hace hincapié en el subanálisis de los estudios publicados después de 2005. Incluye siete trabajos^{1,10-13,28,30} ($n = 1675$; 862 ventilados en DP de 7 a 24 horas/día). Los estudios publicados antes de 2006^{10,11,28} incluyen 1135 pacientes con lesión pulmonar aguda/SDRA y DP por un período corto (< 17 horas/día) y no utilizan ventilación protectora. Los cuatro más recientes^{1,12,13,30} incluyen sólo pacientes con SDRA ($n = 540$) y aplican el DP por tiempo prolongado (17-24 horas/día), utilizando ventilación protectora. El DP no disminuyó significativamente la mortalidad en los estudios anteriores a 2006 (tres estudios,^{10,11,28} $n = 1135$) que incluían pacientes con enfermedad de

gravedad variable (OR 1,05; IC95%: 0,82-1,34; $p = 0,7$; $I^2 = 0\%$). Sin embargo, en los cuatro estudios más recientes^{1,12,13,30} ($n = 540$) que incluyeron sólo pacientes con SDRA, la mortalidad en la UCI se redujo significativamente (OR 0,71; IC95%: 0,5-0,99; $p = 0,048$; número necesario a tratar = 11; $I^2 = 0\%$).

En 2014, Beitlery et al³⁸ publican un metanálisis cuya variable primaria fue mortalidad a los 60 días. Incluyeron siete ECAC^{1,10-13,28} ($n = 2119$); 1088 pacientes fueron ventilados en DP y 1031, en posición supina. El estudio de Taccone et al¹³ estratificó a los pacientes según si el SDRA era moderado o grave y fue considerado como dos ECAC separados para realizar el análisis. Entre los estudios individuales, sólo el de Guérin et al,¹⁴ en 2013, demostró una mortalidad significativamente menor con la utilización del DP. En conjunto, el riesgo de muerte a los 60 días fue de 0,83 (IC95%: 0,68-1,02; $p = 0,073$), con heterogeneidad significativa entre los estudios ($I^2 = 64\%$, $p = 0,006$). En el metanálisis acumulativo con adición sucesiva de estudios cada vez más recientes, se demostró una clara tendencia temporal hacia una menor mortalidad con el DP.

Para probar la hipótesis *a priori* de que el DP reduce la mortalidad sólo cuando se evitan los volúmenes corrientes altos y perjudiciales, se realizó un análisis estratificado según un volumen corriente alto (>8 ml/kg de peso corporal predicho) o uno bajo (≤ 8 ml/kg de peso corporal predicho). Después de la estratificación, el DP se asoció con una disminución significativa de la mortalidad en los estudios que utilizan volúmenes corrientes bajos (RR = 0,66; IC95%: 0,50-0,86; $p = 0,002$), pero no en aquellos con volúmenes corrientes altos (RR = 1,00; IC95%: 0,88-1,13; $p = 0,949$). La estratificación por volumen corriente también reduce sustancialmente la heterogeneidad ($I^2 =$ del 64% al 11% y 25% en los modelos de volumen corriente alto

y bajo estratificados, respectivamente). La metarregresión demostró una relación dosis-respuesta entre el volumen corriente medio basal (ml/kg de peso corporal predicho) y la relación de riesgo de muerte a los 60 días en DP. Un descenso en la media del volumen corriente basal de 1 ml/kg se asoció con una disminución del riesgo de muerte del 16,7% (IC95%: 6,1-28,3; $p = 0,001$). El análisis estratificado por período prolongado o corto en DP demostró una reducción significativa de la mortalidad con el DP prolongado (RR = 0,71; IC95%: 0,56-0,90; $p = 0,004$), pero no el de corta duración (RR = 1,05; IC95%: 0,92-1,19; $p = 0,472$). Este metanálisis muestra que el DP reduce significativamente la mortalidad en pacientes con SDRA cuando se lo utiliza con un volumen corriente bajo.

Recomendaciones (Figura 1)

- Definir si el paciente cumple con los criterios de SDRA según la definición de Berlín.
- La intervención temprana con DP es eficaz en pacientes con SDRA (durante las primeras 24-72 horas de iniciada la VM), aunque se ha reportado mejoría en la oxigenación durante la implementación en la fase subaguda.
- Antes de considerar el DP, el paciente debe estar ventilado con una estrategia de ventilación protectora de volumen corriente 6-8 ml/kg de peso predicho, PEEP titulada según la institución, presión meseta <30 cmH₂O, presión de trabajo <16 cmH₂O y FiO₂ con un objetivo de SpO₂ 88-92%.
- La gravedad del SDRA debe ser definida con el paciente correctamente sedado (RASS -4/-5) con relajantes musculares (de ser necesario) en infusión continua, durante las primeras 48 horas, ventilado preferentemente en ventilación obligada continua, controlada por volumen, con un volumen

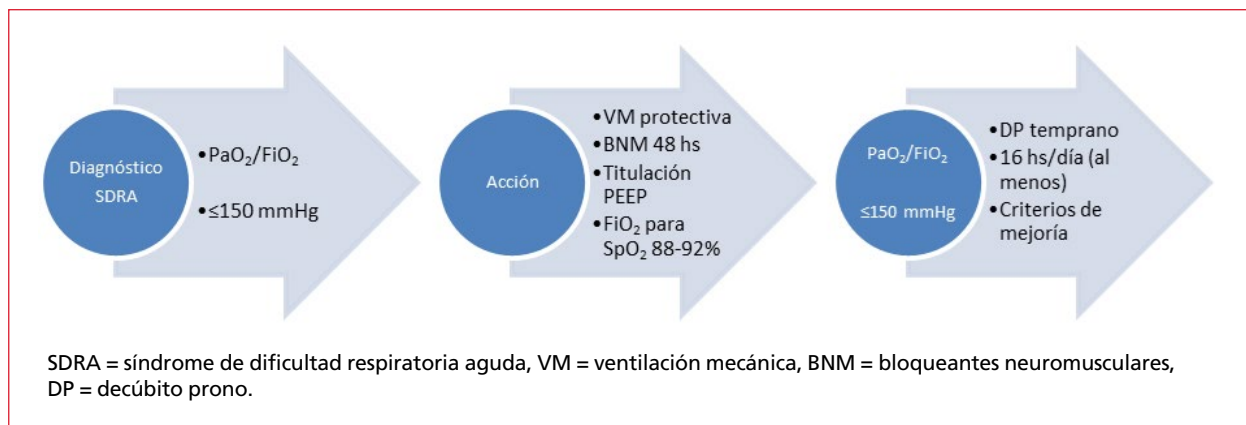


Figura 1. Toma de decisiones para implementar el decúbito prono en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda.

■ Decúbito prono: revisión narrativa

corriente de 6 ml/kg, una PEEP titulada según el método habitual del establecimiento en donde se realizará el DP y una FiO₂ acorde a la estrategia ventilatoria elegida.

- Metanálisis y ECAC demuestran que el DP ofrece ventajas en términos de supervivencia en pacientes con SDRA relativamente grave (PaO₂/FiO₂ ≤150 mmHg).
- Requerimiento de personal: en la gran mayoría de los casos, cuatro personas entrenadas son suficientes para implementarlo.
- Antes de efectuar la maniobra, se recomienda colocar protecciones en caderas, rodillas, hombros y cara, con el fin de prevenir lesiones por decúbito.
- Una vez realizada la maniobra, se aconseja volver a titular la PEEP según el método elegido.
- La mayoría de los estudios sugieren que las sesiones de DP deben ser sostenidas idealmente de 16 a 20 horas. Durante este período, el paciente deberá alternar la posición de la cabeza, los brazos y las piernas (posición del nadador).
- Los criterios para la suspensión del DP pueden ser por efectos positivos o negativos. Podemos considerar criterios positivos a la mejoría sostenida de la PaO₂/FiO₂ (≥150 mmHg) durante, al menos, cuatro horas en posición supina luego de la última sesión de DP ventilado con una PEEP ≤10 cmH₂O y una FiO₂ ≤60%. Como criterios negativos se puede considerar el deterioro de la oxigenación medido como una disminución de la PaO₂/FiO₂ >20% en DP con respecto al decúbito supino. Además, podemos incluir algunas situaciones que suelen presentarse durante la maniobra:
 - Extubación accidental.

- Desaturación sostenida (SpO₂ <85%) o PaO₂ <55 mmHg con FiO₂ 100% sostenida durante 5 minutos.
- Paro cardíaco o bradicardia sostenida (≤30 lat./min, durante 1 minuto).
- Hipotensión (tensión arterial media <60 mmHg) sostenida por 5 minutos.
- Alguna situación que, según el criterio del equipo tratante, se considere de riesgo para la salud del paciente.

Utilización del DP en la Argentina: resultados de la encuesta

Del total de los asistentes al 24.º Congreso Argentino de Terapia Intensiva, 192 contestaron el cuestionario (Anexo). La edad promedio de los encuestados fue de 37 (± 9.3) años, el 57% (n = 111) eran mujeres y un 65% (n = 126) de los encuestados era de la provincia de Buenos Aires (Ciudad Autónoma de Buenos Aires 21,3% y provincia de Buenos Aires 44,3% fueron analizados juntos). Con respecto a la formación profesional y al área laboral, la mayoría pertenecía a una sociedad científica (71%; n = 137), eran kinesiólogos (45%; n = 87), con menos de cinco años de recibidos (34%; n = 66) y trabajadores del sector público (52%; n = 100) (Tablas 2, 3, 4; Figura 2).

El 75% de los encuestados (n = 144) realizó o indicó el DP durante el último año, lo que demuestra una alta aceptación de la maniobra por parte de los profesionales, quizás esto esté relacionado con el alto impacto del estudio PROSEVA en la sociedad científica. Antes del posicionamiento, el 70,8% (n = 136) realiza la titulación de la PEEP. Dentro de los métodos de

TABLA 2
Datos demográficos de los encuestados

Descripción general de la muestra (n = 192)	
Variable	n (%)
Sexo femenino % (n)*	111 (57)
Edad (años)	37 (±9.3)
Lugar de residencia	
Provincia de Buenos Aires	85 (44,3)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	41 (21,3)
Zona 1	29 (15,2)
Zona 2	12 (6,2)
Zona 3	13 (6,8)
No refiere	11 (5,7)
México	1 (0,5)

* Resultado expresado como promedio (± desviación estándar).

Zona 1 = Entre Ríos, Santa Fe, San Juan, San Luis, Santiago del Estero, Tucumán y Córdoba. Zona 2 = Mendoza, Chubut, Neuquén, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Zona 3 = Chaco, Corrientes, Jujuy y Misiones.

TABLA 3
Profesiones según sexo y participación en la SATI

Profesión	Sexo		Miembro de la SATI	
	Femenino	Masculino	SÍ	NO
Kinesiólogo	52 (46,9%)	35 (43,2%)	18 (34%)	69 (50,4%)
Médico	36 (32,4%)	40 (49,3%)	34 (64,2%)	41 (29,9%)
Enfermero	23 (20,7%)	6 (7,5)	1 (1,8%)	27 (19,7%)
Total	111 (100%)	81 (100%)	53 (100%)	137 (100%)

SATI = Sociedad Argentina de Terapia Intensiva.

TABLA 4
Ámbito laboral y años de desempeño en la profesión

Variable	n (%)
Ámbito laboral	
Público	100 (52,1)
Privado	72 (37,5)
Ambos	19 (9,9)
No trabaja actualmente	1 (0,5)
Años de recibido	
De 1 a 5	66 (34,3)
>5 y <10	47 (24,5)
≥10 y <15	33 (17,2)
≥15	46 (24)

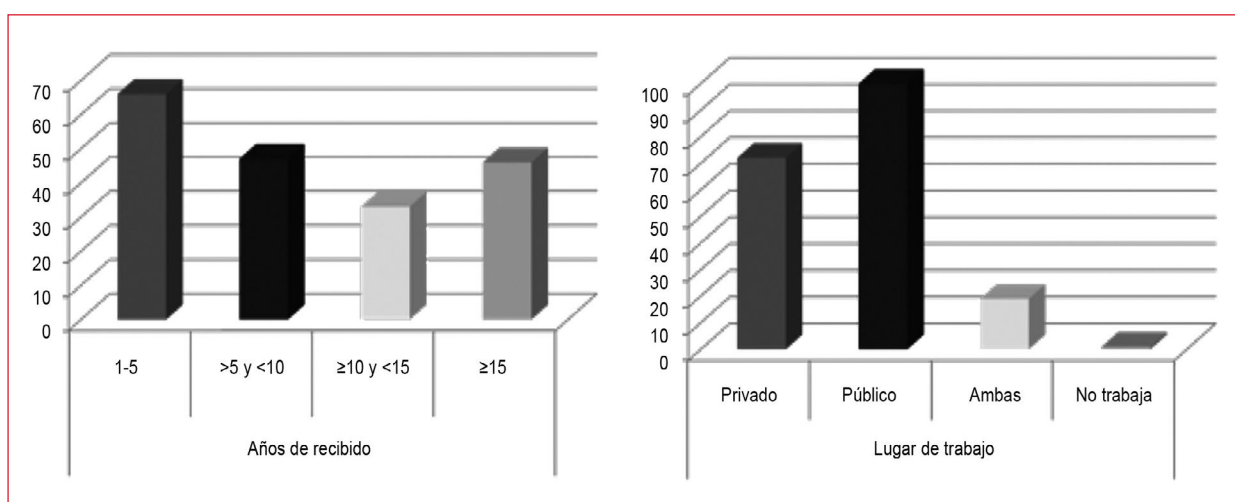


Figura 2. Ámbito laboral y años de desempeño profesional de los encuestados.

titulación, el más utilizado fue la “curva descendente de PEEP/Compliance”, según el 43,7% (n = 84) de los encuestados (Tabla 5). Llamativamente, la mayoría refirió no poseer ningún tipo de protocolo para la toma de decisiones respecto del DP (Tabla 6).

El posicionamiento en DP fue de uso habitual entre los encuestados: el 23,4% (n = 45) lo había realizado o indicado en más de tres pacientes durante el último año (Figura 3). La implementación se había llevado a cabo sin un protocolo específico, según el

■ Decúbito prono: revisión narrativa

TABLA 5
Respuestas sobre el método de titulación de la PEEP

Método de titulación de la PEEP	Respuesta*
Curva descendente de PEEP/ <i>Compliance</i>	84 (43,7%)
Tabla PEEP/FiO ₂	41 (21,3%)
EXPRESS Trial	7 (3,6%)
Presión esofágica	6 (3,1%)
Otros	2 (1%)

* Respuestas expresadas en valor absoluto y porcentaje. PEEP = presión positiva al final de la espiración.

TABLA 6
Respuestas a las principales preguntas sobre el decúbito prono

Pregunta	Respuesta*	
	Sí	n/c
¿Indicó y/o realizó decúbito prono en algún paciente durante entre el 01 de septiembre de 2013 y el 01 de septiembre de 2014?	144 (75%)	0 (0%)
Previamente a tomar la decisión de realizar decúbito prono usted: ¿realizó titulación de PEEP según el método habitual de su lugar de trabajo?	136 (70,8%)	35 (18,2%)
¿En su lugar de trabajo se utiliza algún protocolo o guía de práctica clínica para la toma de decisión en relación a la realización del decúbito prono?	51 (26,5%)	14 (7,3%)
Durante la implementación de la maniobra del decúbito prono usted: ¿fue testigo de algún tipo de complicación?	67 (34,9%)	34 (17,7%)

* Respuestas expresadas en valor absoluto y porcentaje. PEEP = presión positiva al final de la espiración, n/c = no contesta.

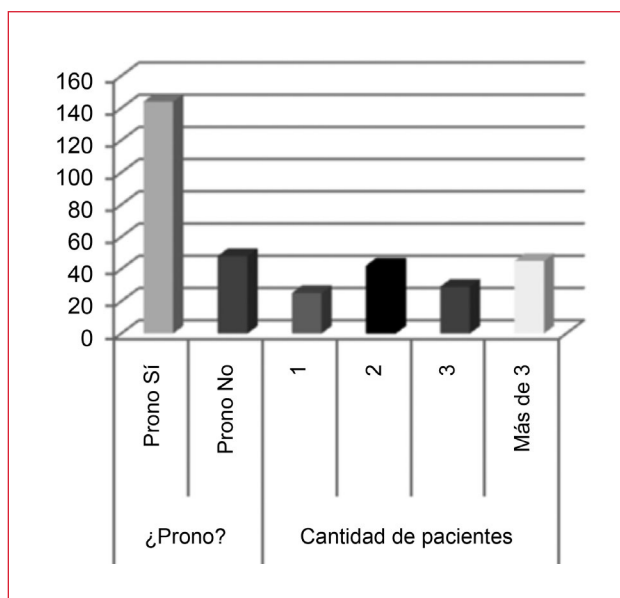


Figura 3. Decúbito prono y cantidad de pacientes pronados en el último año.

TABLA 7
 Detalles del posicionamiento en decúbito prono según los profesionales encuestados

¿En su lugar de trabajo se utiliza algún protocolo o guía de práctica clínica para la toma de decisión en relación a la realización del decúbito prono?	
"NO" Usa Protocolo	127
"Sí" Usa Protocolo	51
n/c	14
En el caso de que el paciente haya respondido satisfactoriamente a la maniobra de decúbito prono: ¿Cuánto tiempo mantiene al paciente en dicho decúbito durante el transcurso del primer día?	
Menos de 10 h	37
Entre 10 y hasta 16 h	60
Entre 17 y 23 h	30
24 h continuas	31
n/c	34
En su lugar de trabajo: ¿Cuántas personas necesita para efectivizar la maniobra del decúbito prono sobre un paciente de peso mediano (65-90 kg)?	
3	27
4	67
5	49
6 o más	16
n/c	33
Durante la implementación de la maniobra del decúbito prono usted: ¿Fue testigo de algún tipo de complicación?	
Sí	67
NO	91
n/c	34
Si su respuesta anterior fue AFIRMATIVA: ¿Qué tipo de complicación presenció?	
Úlceras por decúbito	31
Inestabilidad hemodinámica	20
Desplazamiento de catéteres	16
Obstrucción del tubo endotraqueal	13
Extubación	9
Otra	3

ANEXO

Encuesta: ¿Cuál es su experiencia con el decúbito prono?

La siguiente encuesta es anónima y de fácil respuesta. Tiene como fin conocer la situación en relación al manejo del decúbito prono en un grupo de profesionales que trabajen en terapia intensiva.

Por favor marque con una cruz la respuesta correcta:

Sexo: Femenino Masculino

Edad:

¿Es miembro de la SATI?: Sí No

¿En qué provincia vive?:

1. ¿Cuál es su profesión?

- a. Médico/a
- b. Kinesiólogo/a
- c. Enfermero/a
- d. Ninguno de los anteriores. Especifique:

2. ¿Cuántos años tiene de recibido?

- a. Entre 1 y 5 años
- b. Más de 5 y hasta 10 años
- c. Más de 10 y hasta 15 años
- d. Más de 15 años. Especifique cuantos:

3. El lugar en donde usted se desempeña con más asiduidad en el área de Terapia Intensiva pertenece al sector:

- a. Público
- b. Privado

4. ¿Indicó y/o realizó decúbito prono en algún paciente durante entre el 01 de septiembre de 2013 y 01 de septiembre de 2014?

- a. SI
- b. NO

5. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA. ¿En cuántos pacientes recuerda haber indicado y/o realizado decúbito prono?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. Más de 3. Especifique cuantos:

6. Previamente a tomar la decisión de realizar decúbito prono usted: ¿Realizó Titulación de PEEP según el método habitual de su lugar de trabajo?

- a. SI
- b. NO

7. Si su respuesta anterior fue AFIRMATIVA por favor marque a continuación cual fue el método de titulación de PEEP utilizado:

- a. Según tabla PEEP/FiO₂
- b. Según Curva decremental de PEEP/Compliance
- c. Según Presión Esofágica
- d. Según EXPRESS Trial
- e. Otra. Especifique cual:

8. En su lugar de trabajo, además del decúbito prono como coadyuvante para el tratamiento de la hipoxemia refractaria, utilizan:

- a. Relajantes musculares en infusión continua.
- b. Maniobras de reclutamiento alveolar.
- c. Óxido Nítrico.
- d. Otra. Especifique cual:

9. ¿En su lugar de trabajo se utiliza algún protocolo o guía de práctica clínica para la toma de decisión en relación a la realización del decúbito prono?

- a. SI
- b. NO

ANEXO (Continuación)
Encuesta: ¿Cuál es su experiencia con el decúbito prono?

10. En el caso de que el paciente haya respondido satisfactoriamente a la maniobra de decúbito prono: ¿Cuánto tiempo mantiene al paciente en dicho decúbito durante el transcurso del primer día?
- Menos de 10 hs
 - Entre 10 y hasta 16 hs
 - Entre 17 y 23 hs
 - 24 hs continuas
11. En su lugar de trabajo: ¿Cuántas personas necesita para efectivizar la maniobra del decúbito prono sobre un paciente de peso mediano (65-90 kg)?
- 3
 - 4
 - 5
 - 6 o más.
12. Durante la implementación de la maniobra del decúbito prono usted: ¿Fue testigo de algún tipo de complicación?
- SI
 - NO
13. Si su respuesta anterior fue AFIRMATIVA: ¿Qué tipo de complicación presenció?
- Inestabilidad hemodinámica
 - Desplazamiento de catéteres
 - Extubación accidental
 - Obstrucción del tubo endotraqueal
 - Úlceras por decúbito
 - Otra. Especifique cual:

Agradecemos mucho haber completado la encuesta y entregarla a sus instructores o en la Secretaría del Congreso

*Capítulo de Kinesiología Intensivista.
Sociedad Argentina de Terapia Intensiva.*

66,1% (n = 127) y con una duración de entre 10 y 16 horas/día, según el 31,2% (n = 60). Solo el 16% (n = 31) refirió utilizar el DP durante 24 horas de manera ininterrumpida (Tabla 7).

El 77% de los encuestados (n = 148) comunicó haber utilizado maniobras de reclutamiento alveolar como coadyuvante para la hipoxemia refractaria.

Conclusiones

El DP ha demostrado ser una maniobra útil y accesible para la mayor parte de las UCI. Apoyada por una sólida evidencia científica, su implementación debe ser considerada en un grupo selecto de pacientes quienes se beneficiarían en términos de mortalidad. La aplicación debe ser protocolizada y realizada por personal entrenado. En la Argentina, pareciera ser que el impacto del estudio de Guérin et al ha sido relevante y que muchos profesionales han decidido implementar la maniobra en sus lugares de trabajo

según lo descrito en este estudio, con un bajo porcentaje de complicaciones.

Bibliografía

- Fernandez R, Trenchs X, Klamburg J, et al. Prone positioning in acute respiratory distress syndrome: a multicenter randomized clinical trial. *Intensive Care Med* 2008; 34: 1487-1491.
- The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342: 1301-1308.
- Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome. The Berlin Definition. *JAMA* 2012; 307: E1-E8.
- Amato MB, Meade MO, Slutsky A, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2015; 372(8): 747-755.
- Papazian L, Forel J, Gacouin A, et al. ACURASYS Study Investigators. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2010; 363: 1107-1116.
- Bryan AC. Conference on the scientific basis of respiratory therapy. Pulmonary physiotherapy in the pediatric age

- group. Comments of a devil's advocate. *Am Rev Respir Dis* 1974; 110 (6 Pt 2): 143-144.
7. Sud S, Sud M, Friedrich J, Adhikari N. Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2008; 178(9): 1153-1161.
 8. Fessler HE, Talmor DS. Should prone positioning be routinely used for lung protection during mechanical ventilation? *Respir Care* 2010; 55(1): 88-96.
 9. Guérin C. Prone position. *Curr Opin Crit Care* 2014; 20: 92-97.
 10. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001; 345(8): 568-573.
 11. Guérin C, Gaillard S, Lemasson S, et al. Effects of systematic prone positioning in hypoxemic acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 292: 2379-2387.
 12. Mancebo J, Fernandez R, Blanch L, et al. A multicenter trial of prolonged prone ventilation in severe acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1233-1239.
 13. Taccone P, Pesenti A, Latini R, et al. Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 302: 1977-1984.
 14. Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013; 368(23): 2159-2168.
 15. Piehl MA, Brown RS. Use of extreme position changes in acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1976; 4(1): 13-14.
 16. Gattinoni L, Taccone P, Carlesso E, Marini JJ. Prone position in acute respiratory distress syndrome rationale, indications, and limits. *Am J Respir Crit Care Med* 2013; 188(11): 1286-1293.
 17. Gattinoni L, Pesenti A, Carlesso E. Body position changes redistribute lung computed-tomographic density in patients with acute respiratory failure: impact and clinical fallout through the following 20 year. *Intensive Care Med* 2013; 39: 1909-1915.
 18. Kacmarek RM, Villar J. Management of refractory hypoxemia in ARDS. *Minerva Anesthesiol* 2013; 79: 1173-1179.
 19. Gattinoni L, Carlesso E, Taccone P, Polli F, Guérin C, Mancebo J. Prone positioning improves survival in severe ARDS: a pathophysiologic review and individual patient meta-analysis. *Minerva Anesthesiol* 2010; 76: 448-454.
 20. Broccard A, Shapiro RS, Schmitz LL, Adams AB, Nahum A, Marini JJ. Prone positioning attenuates and redistributes ventilator-induced lung injury in dogs. *Crit Care Med* 2000; 28(2): 295-303.
 21. Martínez O, Nin N, Esteban A. Evidencias de la posición en decúbito prono para el tratamiento del síndrome de distrés respiratorio agudo: una puesta al día. *Arch Bronconeumol* 2009; 45(6): 291-296.
 22. Albaiceta GM, Blanch L. Beyond volutrauma in ARDS: the critical role of lung tissue deformation. *Critical Care* 2011; 15: 304.
 23. Slutsky AS, Ranieri MV. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med* 2013; 369: 2126-2136.
 24. Gattinoni L, Taccone P, Mascheroni D, Valenza F, Pelosi P. Prone positioning in acute respiratory failure. En: Tobin MJ. *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*, 3rd ed. New York: McGraw Hill; 2013: 1169-1181.
 25. Lamm WJ, Albert RK. Effect of zonal conditions and posture on pulmonary blood flow distribution to subpleural and anterior lung. *J Appl Physiol* 2000; 88: 120-125.
 26. Kallet RH. A comprehensive review of prone position in ARDS. *Respir Care* 2015; 60(11): 1660-1687.
 27. Abroug F, Besbes LO, Elatrous S, Brochard L. The effect of prone positioning in acute respiratory distress syndrome or acute lung injury: a meta-analysis. Areas of uncertainty and recommendations for research. *Intensive Care Med* 2008; 34: 1002-1011.
 28. Voggenreiter G, Aufmkolk M, Stiletto RJ, et al. Prone positioning improves oxygenation in post-traumatic lung injury - a prospective randomized trial. *J Trauma* 2005; 59: 333-341, discussion 341-343.
 29. Beuret P, Carton MJ, Nourdine K, Kaaki M, Tramoni G, Ducreux JC. Prone position as prevention of lung injury in comatose patients: a prospective, randomized, controlled study. *Intensive Care Med* 2002; 28: 564-569.
 30. Chan MC, Hsu JY, Liu HH, et al. Effects of prone position on inflammatory markers in patients with ARDS due to community-acquired pneumonia. *J Formos Med Assoc* 2007; 106: 708-716.
 31. Curley MA, Hibberd PL, Fineman LD, et al. Effect of prone positioning on clinical outcomes in children with acute lung injury: a randomized controlled trial. *JAMA* 2005; 294: 229-237.
 32. Leal RP, Gonzalez R, Gaona C, et al. Randomized trial compare prone vs supine position in patients with ARDS [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: A745.
 33. Papazian L, Gainnier M, Marin V, et al. Comparison of prone positioning and high-frequency oscillatory ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2005; 33: 2162-2171.
 34. Demory D, Michelet P, Arnal JM, et al. High-frequency oscillatory ventilation following prone positioning prevents a further impairment in oxygenation. *Crit Care Med* 2007; 35: 106-111.
 35. Watanabe I, Fujihara H, Sato K, et al. Beneficial effect of a prone position for patients with hypoxemia after transthoracic esophagectomy. *Crit Care Med* 2002; 30: 1799-1802.
 36. Sud S, Friedrich JO, Taccone P, et al. Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2010; 36: 585-599.
 37. Abroug F, Besbes LO, Dachraoui F, Ouanes I, Brochard L. An updated study-level meta-analysis of randomised controlled trials on proning in ARDS and acute lung injury. *Crit Care* 2011; 15(1): R6.
 38. Beitler JR, Shaefi S, Montesi SB, et al. Prone positioning reduces mortality from acute respiratory distress syndrome in the low tidal volume era: a meta-analysis. *Intensive Care Med* 2014; 40(3): 332-341.