

Marco Guillermo Bezzi^{1,2} , Carla Candela Brovia^{1,2}, Juan Manuel Carballo^{1,2}, Maia Inés Elías^{1,2}, Agustina Belén Moreno^{1,2}, Vanesa Romina Ruiz^{2,3} , Fernanda Cordivola², David Barbieri², Adriana Fariña², Silvana Borello^{1,2}

1. Hospital General de Agudos D. F. Santojanni - Buenos Aires, Argentina.

2. Instituto de Trasplante de la Ciudad de Buenos Aires - Buenos Aires, Argentina.

3. Sección de Rehabilitación y Cuidados Respiratorios del Paciente Crítico, Hospital Italiano de Buenos Aires - Buenos Aires, Argentina.

Impacto de la implementación de medidas de cuidados respiratorios y optimización de la ventilación mecánica en potenciales donantes de pulmón

Impact of implementing a protocol of respiratory care measures and optimization of mechanical ventilation in potential lung donors

RESUMEN

Objetivo: Describir los resultados de la implementación de un protocolo de cuidados respiratorios y de ventilación mecánica en el potencial donante de pulmón, que cumplen las condiciones para ser procurados. El objetivo secundario es comparar los resultados con datos históricos.

Métodos: Estudio retrospectivo y observacional. Incluye potenciales donantes aptos para procuración de órganos con muerte encefálica internados en las áreas críticas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, desde abril de 2017 hasta marzo de 2018. Variables principales: número de potencial donante de pulmón que alcanzan el objetivo de procuración, tasa de pulmones procurados y tasa de pulmones implantados. Se consideraron valores significativos $p < 0,05$.

Resultados: Se incluyeron 30 potenciales donantes de pulmón, 23

(88,5%; IC95% 69,8 - 97,6) cumplieron el objetivo de oxigenación. Veinte potenciales donantes de pulmón donaron órganos y de ellos, ocho donaron pulmones, con los cuales se realizaron 4 trasplantes bipulmonares y 8 unipulmonares. Los pulmones procurados e implantados en el periodo pre-protocolo fueron 7, mientras que durante el protocolo fueron 12 (valor $p = 0,38$). La tasa de implantación fue 58,3% (7/12) en el control histórico y 100% (12/12) (valor $p = 0,04$) en el periodo de estudio.

Conclusión: El protocolo permitió alcanzar el objetivo de oxigenación en la mayoría de los potenciales donantes de pulmón y una mejoría estadísticamente significativa en la tasa de implantación.

Descriptores: Trasplante de pulmón; Trasplante de órganos; Selección de donante; Obtención de tejidos y órganos; Respiración artificial; Muerte encefálica

Conflictos de interés: Ninguno.

Sometido el 20 de marzo de 2020

Aceptado el 25 de mayo de 2020

Autor correspondiente:

Marco Guillermo Bezzi
Hospital General de Agudos D. F. Santojanni
Pilar 950 (C1408INH11)
Buenos Aires, Argentina.
E-mail: bezzi.marco@gmail.com

Editor responsable: Felipe Dal-Pizzol

DOI: 10.5935/0103-507X.20200095

INTRODUCCIÓN

La procuración y mantenimiento de órganos es una actividad hospitalaria asistencial, que comprende el tiempo transcurrido entre el diagnóstico de la muerte encefálica (ME), su confirmación y la ablación de los órganos, proporcionándolos en condiciones para ofrecer una respuesta a la demanda sanitaria de los pacientes que esperan un trasplante como tratamiento para sus enfermedades terminales, agudas o crónicas.^(1,2)

En la actividad de procuración de órganos y tejidos para trasplante, el pulmón es uno de los órganos que sufre mayor impacto en el contexto de la ME. La baja disponibilidad de los mismos a nivel mundial es consecuencia de múltiples factores, entre los que se destacan los procesos asociados a la ME, la administración de líquidos y la lesión inducida por la ventilación mecánica (VM) obligada.⁽²⁻⁴⁾



El deterioro del intercambio gaseoso evidenciado por una caída del índice presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno ($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$) es una de las principales razones para dejar de considerar a los pulmones para la donación.⁽⁵⁾ Además, las lesiones pulmonares ocurridas en los casos de ME por mecanismos traumáticos, la lesión pulmonar inducida por la VM y la sensibilidad de los pulmones a la infección que está estrechamente relacionada con el tiempo de VM invasiva y la abolición de los mecanismos de defensa, hacen que el pulmón sea uno de los primeros órganos que se descarta en el proceso de procuración.^(2,6,7)

Si bien, algunos estudios sugieren la aplicación de una estrategia de protección pulmonar para mejorar el número y calidad de los pulmones procurados, sólo un ensayo clínico aleatorizado evaluó esa estrategia y fue detenido prematuramente.⁽⁸⁻¹⁰⁾

No obstante, las guías internacionales actuales para potenciales donantes recomiendan una estrategia ventilatoria protectora, con bajo volumen corriente (V_c). Sin embargo, aún no existe fuerte evidencia sobre la mejor estrategia ventilatoria durante la ME y se destaca la ausencia de un protocolo estandarizado en nuestro país para mantener una ventilación óptima.⁽¹¹⁻¹³⁾

El objetivo del presente estudio es describir los resultados de la implementación de un manejo protocolizado de cuidados respiratorios y de la VM en el potencial donante de pulmón (PDP), a través de la tasa de pulmones que cumplen las condiciones para ser procurados e implantados. El objetivo secundario es comparar los resultados con datos históricos.

MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo y observacional.

Se incluyeron consecutivamente PDP con ME, aptos para procuración de órganos, internados en las áreas críticas de instituciones de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), durante el período comprendido entre abril de 2017 y marzo de 2018, asistidos por el Instituto de Trasplante de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se utilizó como control a un grupo de PDP con ME tratados en el mismo período durante el año previo. Se incluyeron aquellos potenciales donantes entre 18 y 65 años, que reunían los criterios para donante ideal de pulmón, así como aquellos que presentaban no más de un criterio marginal para donante de pulmón (Tabla 1).^(14,15) Fueron excluidos aquellos con enfermedad pulmonar crónica, alteraciones radiológicas en campos pulmonares, evidencia de broncoaspiración o la presencia de secreciones purulentas con infección confirmada. Se eliminaron los PDP en los que no se pudo recabar los datos finales por suspensión del protocolo y/o presentaron paro cardíaco.

Tabla 1 - Criterios de aceptabilidad para donantes de pulmón

Variables	Donante ideal	Donante marginal
Edad (años)	< 55	55 - 65
$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ (mmHg) (PEEP 5cmH ₂ O y FIO_2 1)	> 300	250 - 300
Tiempo en ventilación mecánica (horas)	< 72	> 72
Tabaquismo (paquetes/año)	< 20	> 20

$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ - relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno; PEEP - *positive end expiratory pressure*.

Las variables principales fueron:

- Tasa de PDP que alcanzan el objetivo de procuración: expresado como la cantidad de PDP con $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ mayor a 300mmHg al final del protocolo, sobre número total de PDP incluidos.
- Tasa de pulmones procurados: expresado como la cantidad de pulmones procurados, ya sea pulmón unilateral, pulmones bilaterales o block cardiopulmonar, sobre número total de órganos donantes.
- Tasa de pulmones implantados: expresado como la cantidad de pulmones implantados, ya sea pulmón unilateral, pulmones bilaterales o block cardiopulmonar, sobre número total de pulmones procurados.

Variables secundarias fueron: características demográficas de los PDP; parámetros ventilatorios y gasométricos; tiempo transcurrido entre el momento de la ME y la ablación de órganos.

Se implementó un protocolo de VM y medidas de cuidados respiratorios en el PDP con el objetivo de mantener un adecuado intercambio gaseoso, evitar la lesión pulmonar inducida por la VM y optimizar el estado del órgano a ser procurado. La programación elegida para aplicar el soporte ventilatorio fue el modo de ventilación mandatoria continua con control de volumen (VC-CMV), con V_c inicial de 8mL/kg de acuerdo al peso corporal predicho de cada paciente [(altura en cm - 152,4) \times 0,91 + 45,5 en mujeres o 50 en hombres]. El V_c se redujo hasta 5mL/kg durante el mantenimiento en caso de la presencia de presión meseta \geq 30cmH₂O o de la presión de insuflación (*driving pressure*) \geq a 14cmH₂O (Tabla 2).^(6,9,11,12,16) La presión positiva al final de la espiración (PEEP) inicial fue de 5cmH₂O y se modificó según las variaciones de FIO_2 de acuerdo a los objetivos de oxigenación ($\text{PaO}_2 > 90\text{mmHg}$ o $\text{SpO}_2 > 95\%$) según la tabla de la *Acute Respiratory Distress Syndrome Network*.⁽¹⁷⁾ Ante criterios de necesidad, y no en forma rutinaria, se realizó aspiración de secreciones orofaríngeas y traqueobronquiales. Los criterios fueron: patrón de dientes de sierra en la curva de flujo-tiempo del monitor del ventilador, auscultación de rales gruesos, aumento de la presión pico, deterioro de la saturación de oxígeno, cuando se visualizaron secreciones en la vía aérea y/o ante la necesidad de obtener una muestra de

esputo para descartar o identificar neumonía u otra infección pulmonar. Se utilizó un sistema cerrado de aspiración.^(18,19) Se adoptaron las medidas habituales de fisioterapia respiratoria para evitar atelectasias, tales como drenajes posturales con decúbitos laterales. Se utilizó humidificación de la vía aérea con intercambiador de calor y humedad. Ante la presencia de hipotermia, se utilizó humidificación activa. El test de apnea se realiza a través de un dispositivo en T con válvula de PEEP de 10cmH₂O y flujo de O₂ de 10–12L/minuto para minimizar el cierre o colapso alveolar y aumentando por lo tanto el volumen pulmonar de fin de espiración (Figura 1).^(6,20)

Tabla 2 - Protocolo de ventilación mecánica y cuidados respiratorios

Ventilación mecánica	Cuidados respiratorios
Modo: VC-CMV	Test de apnea: CPAP 10cmH ₂ O, flujo O ₂ 10 - 12L/minuto
Vc: 6 a 8 (mL/kg de peso corporal predicho) Fr: con objetivo de PaCO ₂ 35 - 45 mmHg PEEP: > 5cmH ₂ O	Terapia de higiene bronquial: aspiración con SCA, posicionamiento, insuflación, incrementos de flujos espiratorios
FiO ₂ : según tabla PEEP/FiO ₂ Ti: 0,8 - 1,2 segundos	Humidificación de vía aérea: intercambiador de calor y humedad
I:E: > 1:2 Trigger: con objetivo de evitar autodesparo Driving pressure: 7-14cmH ₂ O	Prevención de infecciones respiratorias: cabecera elevada > 30°, presión del balón endotraqueal > 25cmH ₂ O, aspiración orofaríngea
Maniobra de reclutamiento: ante desconexiones o caída de la oxigenación	Evitar desconexiones del circuito

VC-CMV - ventilación mandatoria continua con control de volumen; CPAP - presión positiva continua en la vía aérea; Vc - volumen corriente; FR - frecuencia respiratoria; PEEP - presión positiva al final de la espiración; SCA - sistema cerrado de aspiración; FiO₂ - fracción inspirada de oxígeno; Ti - tiempo inspiratorio; I:E - relación inspiración y espiración.



Figura 1 - Pieza en T con válvula de presión positiva continua en la vía aérea.

Ante cualquier eventual desconexión del soporte ventilatorio y con caída de la oxigenación, se realizó una maniobra de reclutamiento con la condición de estabilidad hemodinámica y sin evidencia de neumotórax. La maniobra se interrumpe ante la presencia de: SpO₂ < 88%, frecuencia cardíaca > 140 latidos por minuto (lpm) o < 40lpm, tensión arterial media < 60mmHg o una disminución mayor a 20mmHg del valor basal, y/o arritmia cardíaca.⁽²¹⁾ Posteriormente continúa la ventilación según el protocolo propuesto.

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética institucional local (N° de aprobación 858, Comité de Ética en Investigación Hospital Santojanni) y se realizó respetando las consideraciones relativas al cuidado de los participantes en investigación clínica incluidas en la Declaración de Helsinki y con acuerdo a la Guía para Investigaciones en Salud Humana (resolución 1480/11) del Ministerio de Salud de la Nación de la República Argentina. El estudio no presenta ningún tipo de riesgo. Todos los datos del estudio serán tratados con máxima confidencialidad de manera anónima, con acceso restringido sólo para el personal autorizado a los fines del estudio el Comité de Ética evaluador de acuerdo con la normativa legal vigente Ley Nacional de Protección de Datos Personales 25.326/00 (Ley de Habeas data) y la Ley 26. 529 /09.

Análisis estadístico

Las variables continuas que asumieron una distribución normal se reportan como media y desvío estándar (DE). De lo contrario se utilizó la mediana y rango intercuartílico (RIQ). Las variables categóricas se reportan como número de presentación y porcentaje, con sus respectivos intervalos de confianza. Para determinar la distribución de la muestra se utilizó el test de Shapiro-Wilk. Para las comparaciones entre variables numéricas se utilizó el test t para muestras pareadas o el test de Wilcoxon, según fuese lo apropiado. Para la comparación de tasas entre el período previo a la implementación o control (abril 2016 - marzo 2017) y durante la implementación del protocolo (abril 2017 - marzo 2018) se utilizó el test Chi cuadrado o el test exacto de Fisher, según correspondiera. Se consideraron significativos aquellos valores de $p < 0,05$. Para el análisis se utilizó el software IBM *Statistical Package for Social Science* (SPSS) Macintosh versión 24.0.

RESULTADOS

En el periodo de estudio, desde el 1 de abril de 2017 al 31 de marzo de 2018, se llevaron a cabo 30 procedimientos de procuración de pulmones. Las características clínicas y demográficas de los PDP se observan en la tabla 3.

Tabla 3 - Características demográficas y clínicas de los potenciales donantes

Potenciales donantes	
Sexo femenino	13 (43,3)
Edad (años)	36,3 ± 11,5
Establecimiento	
Sanatorio privado	20 (66,7)
Hospital público	7 (23,3)
Hospital de fuerzas de seguridad	3 (10)
Diagnóstico	
ACV hemorrágico	16 (53,4)
ACV isquémico	3 (10)
TEC grave	4 (13,3)
HAF cráneo	4 (13,3)
Otros	3 (10)
Días de VM al ingreso	1 [1 - 3]

ACV - accidente cerebro vascular; TEC - traumatismo craneoencefálico; HAF - herida de arma de fuego; VM - ventilación mecánica. Resultados expresados como n (%), media ± desviación estándar o mediana [rango intercuartílico].

En el análisis principal se incluyeron 30 PDP de los cuales cuatro fueron eliminados (en tres se perdieron los datos y uno sufrió un paro cardíaco provocado por shock refractario). El diagnóstico más frecuente de los PDP fue accidente cerebro vascular hemorrágico. La mediana de días de VM previo al diagnóstico de ME fue de 1 día (RIQ: 1 - 3). El 66 % de los procedimientos se desarrollaron en sanatorios privados. Se realizaron maniobras de reclutamiento (MR) en 24 de los 30 PDP (80 %), y debieron ser suspendidas en cinco oportunidades por inestabilidad hemodinámica. El tiempo transcurrido desde el diagnóstico de ME hasta la ablación de los órganos fue de 12,5 horas de mediana (RIQ: 6,9 - 16,6). De los 26 PDP analizados, 23 (88,5%) cumplieron con el objetivo de oxigenación propuesto, una PaO₂/FiO₂ mayor a 300 al finalizar el período de mantenimiento (Figura 2).

En el análisis de las variables de monitoreo ventilatorio al inicio del protocolo y a la finalización del mismo (Tabla 4), no se observaron cambios en la mecánica respiratoria, parámetros ventilatorios y gasometría durante el transcurso del mantenimiento.

En diez PDP el protocolo fue suspendido. De los 20 PDP tratados, todos donaron órganos y el 26,7% donaron pulmones, con los cuales 12 pacientes fueron trasplantados. En doce PDP no se procuraron pulmones por diversos motivos, a pesar de cumplir con el criterio de oxigenación (Figura 3).

Se realizó una comparación de los pulmones procurados e implantados con un control histórico del mismo período del año previo (desde 1 de abril de 2016 a 31 de marzo de 2017). La tasa de pulmones procurados en relación a órganos totales procurados fue similar en ambos periodos, 12/220 (5,4%) en el control, *versus* 12/229 (5,2%) en

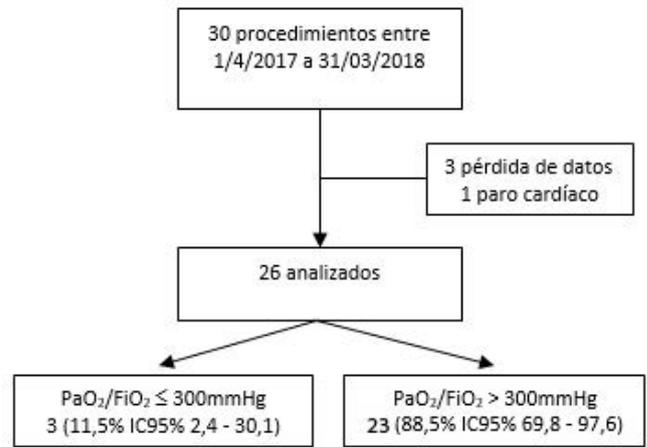


Figura 2 - Diagrama de flujo. PaO₂/FiO₂ - relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno; IC95% - intervalo de confianza de 95%.

Tabla 4 - Parámetros ventilatorios, mecánica respiratoria y gasometría al inicio y final del protocolo

Tasas	Inicio	Final	Valor p
Vc (mL/kg)	7,8 [6 - 8]	7,4	0,65
Driving pressure (cmH ₂ O)	8 [7,1 - 10,2]	9,5 [7,1 - 10,7]	0,1
Presión meseta (cmH ₂ O)	15 [13 - 16,5]	15 [13 - 17]	0,25
PEEP (cmH ₂ O)	6 (5 - 8)	6,83 (6,5 - 9)	0,62
Compliance estática (cmH ₂ O)	55 ± 13	53,5 ± 13,7	0,44
PaO ₂ /FiO ₂	401 ± 98	397 ± 91	0,89

Vc - volumen corriente; PEEP - positive end expiratory pressure; PaO₂/FiO₂ - relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno. Resultados expresados como mediana [rango intercuartílico] o media ± desviación estándar

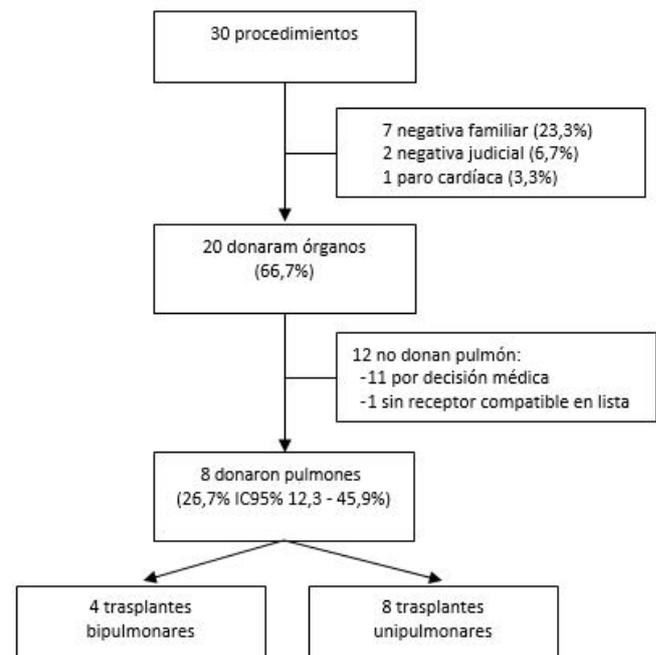


Figura 3 - Descripción de los procedimientos. IC95% - intervalo de confianza de 95%.

el período de estudio (valor $p = 0,91$). El número de pulmones procurados e implantados en el período de control fue de 7 mientras que en el período de estudio fue 12 (valor $p = 0,38$). La proporción de pulmones implantados fue de 58,3% (IC95% 27,7 - 84,8%) en el control histórico, mientras que durante la aplicación del protocolo fue de 100% (IC95% 73,5 - 100%), con un valor $p = 0,04$ (Tabla 5).

Tabla 5 - Pulmones procurados e implantados en el período pre y post implementación del protocolo

Variables	2016 - 2017	2017 - 2018	Valor
	n = 229	n = 220	p
Pulmones procurados e implantados	7	12	0,38
Proporción de pulmones implantados	7/12 (58,3)	12/12 (100)	0,04

Resultados expresados como n o n (%).

Fuente: Central de Reportes y Estadísticas del Sistema Nacional de Información de Procuración y Trasplante de la República Argentina (Cresi-SINTRA). Reporte nacional de procuración y trasplante, período 2016-2017 y 2017-2018.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio es que casi la totalidad de los PDP luego de la implementación del protocolo propuesto lograron alcanzar el objetivo de oxigenación al final del período de mantenimiento. Aunque no se observó una diferencia significativa en la tasa de pulmones procurados, todos estos se implantaron en el período de estudio en comparación con el control histórico, generando un impacto significativo en términos de evitar la pérdida de pulmones procurados.

Estudios previos demuestran que mediante la aplicación de un protocolo multimodal lograron incrementar tanto los pulmones elegibles para donación por criterio de oxigenación como la tasa de procuración.^(8,9,22,23) Incluso otros autores utilizaron a las MR como estrategia aislada para mejorar el intercambio gaseoso y la distensibilidad del sistema respiratorio, y contrarrestar los efectos del desreclutamiento alveolar que pueden producirse luego del test de apnea, ante la desconexión del respirador o la caída de la oxigenación.⁽²⁴⁻²⁷⁾ Según la publicación de Miñambres et al.,⁽⁸⁾ las MR no sólo deberían ser realizadas para el deterioro pulmonar, sino también de forma rutinaria como una estrategia preventiva.^(8,9) Si bien las MR son incorporadas en numerosos protocolos, no existe fuerte evidencia de su beneficio y aún no existe consenso sobre qué tipo de maniobra realizar. En nuestro estudio, la MR estaba contemplada como rescate ante una caída de la oxigenación o ante la desconexión y se utilizó en 24 PDP. No obstante, debió ser interrumpida en cinco oportunidades por deterioro hemodinámico durante su aplicación

La oxigenación es una de las variables más influyentes para la aceptación del pulmón a procurar. La relación PaO_2/FiO_2 mayor a 300mmHg es un criterio para la donación, pero según lo observado por Angel et al., una PaO_2/FiO_2 mayor a 400mmHg resultó ser un factor decisivo para la aceptación del órgano.⁽²²⁾ Según lo reportado en la Argentina, en el período 2009 - 2013 la relación PaO_2/FiO_2 promedio de los donantes fue de 430mmHg.⁽¹⁵⁾ En el presente estudio, la mediana de PaO_2/FiO_2 al finalizar el protocolo fue cercana a 400mmHg. Sin embargo, la media de PaO_2/FiO_2 de los donantes efectivos de pulmón fue de 450mmHg a pesar de que el objetivo de oxigenación propuesto fue menor. Dichos hallazgos reflejan que los equipos de trasplante prefieren niveles de oxigenación cercanos a 500mmHg y por lo tanto, el protocolo debería no sólo incrementar su valor sino también mantenerlo en el transcurso del período de procuración, con el fin de impactar en los órganos elegibles para trasplante.

El estudio tiene algunas limitaciones. En primer lugar, por su diseño, no permite demostrar la superioridad del protocolo aplicado sobre otra estrategia. Segundo, a pesar que se incorporaron criterios marginales de inclusión, el número de procedimientos en el transcurso del año fue pequeño, similar al año previo, que fue utilizado como referencia. Tercero, la decisión de utilizar los órganos procurados comprende múltiples circunstancias relacionadas con los pulmones, la logística, el paciente receptor y las preferencias del equipo de trasplante. Por último, la comparación en cuanto a la tasa de pulmones implantados se llevó a cabo con un control histórico, y debemos contemplar que algunas circunstancias de organización y logística pueden haber cambiado entre los períodos estudiados. Sin embargo, se tomó un período de tiempo similar y durante el transcurso de un año para minimizar esta condición.

Por otro lado, nuestro estudio presenta varias fortalezas. Es el primer protocolo basado en evidencia de práctica clínica internacional llevado a cabo a nivel local. El mismo implementa una estrategia de ventilación protectora (Vc 6 - 8mL/kg de peso predicho) debido a la eficacia demostrada para la disponibilidad y elegibilidad de órganos en potenciales donantes y sus beneficios clínicos en pacientes sin patología pulmonar. Además consideramos el monitoreo de la *driving pressure* (evitando superar 14cmH₂O) y la presión meseta (evitando superar 30cmH₂O) para ajustar el Vc en forma individualizada con el objetivo de optimizar la protección pulmonar.^(6,9,12,16) Asimismo, destacamos que durante el tiempo transcurrido en cada procedimiento, se pudieron

sostener los niveles de oxigenación en valores aceptables, demostrando que la implementación de un protocolo de cuidados respiratorios podría ser beneficioso para el mantenimiento de los pulmones procurados. Por otro lado, contó con el consenso de un equipo multidisciplinario compuesto por enfermeros, médicos especialistas en procuración de órganos y tejidos, médicos cirujanos torácicos, médicos especialistas en terapia intensiva y kinesiólogos respiratorios, trabajando en función de los pacientes que esperan en lista de trasplante.

CONCLUSION

La implementación de un protocolo de cuidados respiratorios y de ventilación mecánica en potenciales donantes de pulmón permitió que casi la totalidad de los tratados en el período de estudio alcanzaran el objetivo propuesto de oxigenación al momento de la ablación. Además, todos los pulmones procurados fueron implantados, mostrando una diferencia significativa respecto al período previo.

ABSTRACT

Objective: To describe the results from the implementation of a respiratory care and mechanical ventilation protocol on potential lung donors who met the conditions for procurement. The secondary objective is to compare the results with historical data.

Methods: This was a retrospective, observational study. It included potential donors suitable for procurement of organs who had brain death and were hospitalized in critical care units of the Autonomous City of Buenos Aires from April 2017 to March 2018. Main variables: number of potential lung donors that reached the objective of procurement, rate of lungs procured, and rate of implanted lungs. Values of $p < 0.05$ were considered significant.

Results: Thirty potential lung donors were included, and 23 (88.5%; 95%CI 69.8-97.6) met the oxygenation objective.

Twenty potential lung donors donated organs, of whom eight donated lungs, with which four double lung transplants and eight single lung transplants were performed. Seven of 12 lungs were procured and implanted in the preprotocol period, while all 12 were under the protocol ($p = 0.38$). The implantation rate was 58.3% (7/12) in the historical control period and 100% (12/12) ($p = 0.04$) in the study period.

Conclusion: The protocol allowed us to reach the oxygenation objective in the majority of potential lung donors and yielded a statistically significant improvement in the implantation rate.

Keywords: Lung transplantation; Organ transplantation; Donor selection; Tissue and organ procurement; Respiration, artificial; Brain death

BIBLIOGRAFÍA

1. Argentina. Ministerio de Salud. Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos. Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI). Resolución 275/2010. Protocolo Nacional para Certificar el Diagnóstico de Muerte Bajo Criterios Neurológicos. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante; 2010. [cited 2020 Jan 8]. Available from: https://www.incucai.gov.ar/files/docs-incucai/Materiales/profesionales/05-manual_diagnostico_muerte.pdf
2. Argentina. Ministerio de Salud. Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos. Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI). Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Sociedad Argentina de Trasplante. Asociación Argentina de Procuración de Órganos y Tejidos para Trasplante. Procurar para curar. Manual de Tratamiento del Donante a Corazón Batiendo. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante; sd. [cited 2020 Jan 8]. Available from: https://www.incucai.gov.ar/files/docs-incucai/Materiales/profesionales/06-manual_procurar_para_curar.pdf
3. Mascia L, Mastromauro I, Viberti S, Vincenzi M, Zanella M. Management to optimize organ procurement in brain dead donors. *Minerva Anestesiol.* 2009;75(3):125-33.
4. Lerman D, Chiapero G. Ventilación Mecánica en el Potencial Donante. En: Sociedad Argentina de Terapia Intensiva (SATI). Ventilación Mecánica. Libro del Comité de Neumonología Crítica de la SATI. 3a. ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana; 2017. p. 301-10.
5. Mascia L, Bosma K, Pasero D, Galli T, Cortese G, Donadio P, et al. Ventilatory and hemodynamic management of potential organ donors: an observational survey. *Crit Care Med.* 2006;34(2):321-7; quiz 328.
6. Del Río F, Escudero D, La Calle B, Gordo Vidal F, Valentín Paredes M, Ramón Núñez J. Evaluación y mantenimiento del donante pulmonar. *Med Intensiva.* 2009;33(1):40-9.
7. Recomendación rec-rcidt-2009 (12) sobre mantenimiento del donante multiorgánico. Newsletter RCIDT 2009. May 7, 2009. 29p. [cited 2020 Oct 29]. Available from: <https://issuu.com/o-n-t/docs/newletterrcidt2009/23>
8. Miñambres E, Coll E, Duerto J, Suberviola B, Mons R, Cifrián JM, et al. Effect of an intensive lung donor-management protocol on lung transplantation outcomes. *J Heart Lung Transplant.* 2014;33(2):178-84.
9. Mascia L, Pasero D, Slutsky AS, Arguis MJ, Berardino M, Grasso S, et al. Effect of a lung protective strategy for organ donors on eligibility and availability of lungs for transplantation: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;304(23):2620-7.
10. Kutsogiannis DJ, Pagliarello G, Doig C, Ross H, Shemie SD. Medical management to optimize donor organ potential: review of the literature. *Can J Anaesth.* 2006;53(8):820-30.
11. Ruiz VR, Da Lozzo AG, Midley AD. Optimización del soporte ventilatorio del donante pulmonar. Revisión bibliográfica. *Rev Am Med Respir.* 2017;17(2):174-9.
12. Bansal R, Esan A, Hess D, Angel LF, Levine SM, George T, et al. Mechanical ventilatory support in potential lung donor patients. *Chest.* 2014;146(1):220-7.
13. Klesney-Tait JA, Eberlein M. Lung protective ventilation in donors: an ounce of prevention. *Chest.* 2014;146(1):4-6.
14. Argentina. Ministerio de Salud. Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI). Comisión de Selección y Mantenimiento del Donante de Órganos. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante; 2005. [cited 2020 Jan 8]. Available from: https://www.incucai.gov.ar/files/docs-incucai/Prof-pasos-operativos/manual_mantenimiento_incucai_15_05_06.pdf

15. Da Lozzo A, Nicolás M, Dietrich A, Wainstein E, Svelitza G, Beveraggi E, et al. Donante pulmonar con criterio expandido. *Rev Arg Trasplant*. 2015;7:64-73.
16. Buggedo G, Bravo S, Romero C, Castro R. Manejo del potencial donante cadáver. *Rev Med Chile*. 2014;142(12):1584-93.
17. Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. 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(18):1301-8.
18. Branson RD. Secretion management in the mechanically ventilated patient. *Respir Care*. 2007;52(10):1328-42; discussion 1342-7.
19. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respir Care*. 2010;55(6):758-64.
20. Lévesque S, Lessard MR, Nicole PC, Langevin S, LeBlanc F, Lauzier F, et al. Efficacy of a T-piece system and a continuous positive airway pressure system for apnea testing in the diagnosis of brain death. *Crit Care Med*. 2006;34(8):2213-6.
21. Kacmarek RM, Villar J. Lung recruitment maneuvers during acute respiratory distress syndrome: is it useful? *Minerva Anesthesiol*. 2011;77(1):85-9.
22. Angel LF, Levine DJ, Restrepo MI, Johnson S, Sako E, Carpenter A, et al. Impact of a lung transplantation donor-management protocol on lung donation and recipient outcomes. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;174(6):710-6.
23. Kirschbaum CE, Hudson S. Increasing organ yield through a lung management protocol. *Prog Transplant*. 2010;20(1):28-32.
24. Noiseux N, Nguyen BK, Marsolais P, Dupont J, Simard L, Houde I, et al. Pulmonary recruitment protocol for organ donors: a new strategy to improve the rate of lung utilization. *Transplant Proc*. 2009;41(8):3284-9.
25. Paries M, Boccheciampé N, Raux M, Riou B, Langeron O, Nicolas-Robin A. Benefit of a single recruitment maneuver after an apnea test for the diagnosis of brain death. *Crit Care*. 2012;16(4):R116.
26. Philpot SJ, Pilcher DV, Graham SM, Snell GI. Lung recruitment manoeuvres should be considered when assessing suitability for lung donation. *Crit Care Resusc*. 2012;14(3):244-5.
27. Parto S, Shafaghi S, Khoddami-Vishteh HR, Makki SM, Abbasidezfuli A, Daneshvar A, et al. Efficacy of recruitment maneuver for improving the brain dead marginal lungs to ideal. *Transplant Proc*. 2013;45(10):3531-3.