



## ORIGINAL

# Niveles de capnometría como indicador de evolución de injerto renal de donantes en asistolia no controlada



A. Mateos Rodríguez<sup>a,b,e,\*</sup>, D. Varillas Delgado<sup>b,e</sup>, A. Villar Arias<sup>c,e</sup>, C. Rubio Chacón<sup>c</sup> y A. Andrés Belmonte<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Oficina Regional de Coordinación de Trasplantes, Consejería de Sanidad, Comunidad de Madrid, España

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Francisco de Vitoria, Pozuelo de Alarcón, Madrid, España

<sup>c</sup> Servicio de Urgencias Médicas de Madrid SUMMA112, Comunidad de Madrid, España

<sup>d</sup> Coordinación de Trasplantes, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

<sup>e</sup> Grupo de Investigación en Donación y Trasplantes, Universidad Francisco de Vitoria, Pozuelo de Alarcón, Madrid, España

Recibido el 26 de julio de 2018; aceptado el 30 de octubre de 2018

Disponible en Internet el 8 de enero de 2019

## PALABRAS CLAVE

Capnometría;  
Trasplante renal;  
Asistolia;  
Resucitación;  
Servicios de urgencias  
médicas

## Resumen

**Objetivo:** Los valores de capnometría durante la resucitación son un factor predictor de la evolución de los riñones obtenidos a partir de donantes en asistolia no controlada.

**Diseño:** Cohorte de comienzo retrospectivo de 37 donantes en asistolia y cohorte de validación de 55 trasplantados de riñón, entre 2013-2017.

**Ámbito:** Población atendida por el servicio de urgencias y derivada al Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, como potenciales donantes en asistolia no controlada.

**Pacientes:** Cincuenta y cinco trasplantados renales con hemodiálisis, procedentes de donantes en asistolia no controlada.

**Intervenciones:** Determinaciones de capnometría y capnografía en pacientes candidatos a donación en asistolia no controlada.

**Variables:** Calores de capnometría inicial y en el momento de la transferencia en el hospital para su comparación con la viabilidad de los riñones extraídos; fallo renal y retraso en función renal.

**Resultados:** Treinta y siete potenciales donantes de los que se consiguen 30 utilizados, de los cuales se trasplantan 55 riñones. El resto de ellos fueron descartados por mala perfusión o signos de isquemia. Se encontró una asociación ( $p = 0,016$ ) entre valores de capnometría durante la resucitación en los donantes utilizados ( $\mu = 22,8$  mmHg) frente a los donantes no utilizados para el trasplante ( $\mu = 17,35$  mmHg).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [alonso.mateos@salud.madrid.org](mailto:alonso.mateos@salud.madrid.org) (A. Mateos Rodríguez).

**KEYWORDS**

Capnometry;  
Kidney  
transplantation;  
Asystole;  
Resuscitation;  
Emergency medical  
services

*Conclusiones:* Se ha demostrado que los valores de capnometría durante las maniobras de resucitación ofrecen un marcador a tener en cuenta en relación con la viabilidad de los órganos a trasplantar en la donación en asistolia no controlada.

© 2018 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

### Capnometry levels as an indicator of renal graft evolution in uncontrolled non-heart beating donors

**Abstract**

*Objective:* The capnometry values during resuscitation are an evolutive predictor of kidneys obtained from uncontrolled non-heart beating donors.

*Design:* The study comprised a retrospective onset cohort of 37 non-heart beating donors and a validation cohort of 55 trasplanted kidneys in the period 2013-2017.

*Scope:* The population served by the emergency service and referred to Hospital Universitario Doce de Octubre (Madrid, Spain) as potential uncontrolled non-heart beating donors.

*Patients:* A total of 55 renal transplant patients subjected to hemodialysis and with grafts from uncontrolled non-heart beating donors.

*Interventions:* Capnometry and capnography measurements in potential uncontrolled non-heart beating donors.

*Variables:* Capnometry values recorded initially and at transfer in hospital for comparison with the viability of the extracted kidneys; renal failure and delayed renal function.

*Results:* A total of 55 out of 74 extracted kidneys were trasplanted (74.3%). The rest were ruled out due to poor perfusion or signs of ischemia. An association was observed ( $P=.016$ ) between the capnometry values during resuscitation in the grafted kidneys ( $\mu=22.8$  mmHg) and in the kidneys discarded for transplantation ( $\mu=17.35$  mmHg).

*Conclusions:* Capnometry during resuscitation serves as a marker to be taken into account in relation to the viability of the trasplanted organs in uncontrolled non-heart beating donors.

© 2018 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. All rights reserved.

## Introducción

Los valores de capnometría, o  $\text{CO}_2$  al final de la espiración ( $\text{EtCO}_2$ ), se han establecido como una herramienta muy útil en los servicios de urgencia para valorar la situación hemodinámica del paciente, especialmente en las situaciones de parada cardiorrespiratoria (PCR), donde se ha mostrado como un marcador pronóstico y de unas adecuadas maniobras de resucitación<sup>1,2</sup>. Igualmente, en pacientes menos graves, la capnometría aporta información acerca de la situación ventilatoria del paciente, así como de la perfusión tisular<sup>3-5</sup>. Las últimas recomendaciones sobre manejo de la PCR son claras sobre su uso<sup>6</sup> como método de verificación de la posición del tubo endotraqueal y como método pronóstico de la PCR junto con otros indicadores. Por todo ello, la capnometría se ha posicionado en los últimos años como un parámetro clínico indispensable en el paciente crítico<sup>7-11</sup>.

La valoración de todo paciente potencial donante de órganos conlleva una serie de pruebas y marcadores para valorar su idoneidad como donante, así como la seguridad del receptor. Entre esos marcadores cada vez se usa cada vez más la capnometría, ya que permite conocer de forma indirecta, pero precisa, la perfusión tisular en los órganos del posible donante<sup>12,13</sup>.

En el caso concreto de la donación en asistolia no controlada (DANC), estos indicadores tienen una mayor relevancia, ya que la toma de decisiones se hace en un periodo más corto. La mayoría de los procedimientos de DANC en España tienen una tasa de eficacia en torno al 70%<sup>14</sup>, por lo que resulta de interés disponer de marcadores probados científicamente, que se muestren eficaces en la selección del posible donante. La capnometría podría ser uno de estos indicadores y aunque aún no ha sido demasiado desarrollado, empiezan a encontrarse algunos trabajos, que la posicionan como un método a tener en cuenta<sup>12</sup>.

Por ello se plantea en este estudio el objetivo de valorar la capnometría como parámetro predictor de la viabilidad de los injertos renales procedentes de DANC, estableciendo la relación de la capnometría durante el proceso de atención al donante por parte de los servicios de urgencias y el estado de los posibles injertos renales obtenidos de esos donantes.

## Pacientes y métodos

Estudio retrospectivo de intervenciones para realización de trasplantes renales, procedentes de DANC, en el Hospital Universitario (HU) 12 de Octubre desde enero del 2013 hasta mayo del 2017.

La DANC tipo IIA, según la clasificación de Maastricht modificada de Madrid 2011<sup>15</sup>, es aquella derivada de pacientes que sufren una parada cardíaca y que tras maniobras de reanimación por parte de los servicios de urgencias extrahospitalarios, sin recuperación de pulso, es trasladado con masaje cardíaco mediante cardiocompresor mecánico y soporte ventilatorio con intubación y ventilación mecánica.

Los donantes, una vez que las maniobras de resucitación fueron infructuosas y se alertó a la Coordinadora de Trasplantes del hospital, fueron trasladados con cardiocompresor mecánico tipo LUCAS2<sup>®</sup> y ventilación mecánica con respirador de transporte Oxylog 3000 plus<sup>®</sup>. Una vez en el hospital, los posibles donantes fueron tratados mediante circulación extracorpórea y los riñones fueron preservados con perfusión abdominal normotérmica hasta su extracción.

Los criterios de selección de los casos fueron todos los potenciales donantes trasladados al HU 12 de Octubre dentro del procedimiento de donación en asistolia no controlada. Los criterios de inclusión, por lo tanto, son los mismos que para la DANC: pacientes entre 18-60 años, con tiempo de inicio de reanimación menor de 15 min desde el inicio de la PCR, tiempo de llegada al hospital menor de 120 min desde el inicio de la PCR, sin lesiones exanguinantes en abdomen, sin sospecha de neoplasias, infecciones o adicción a fármacos de vía parenteral. Los potenciales donantes fueron conectados a oxigenación por membrana extracorpórea normotérmica según el procedimiento habitual descrito en la literatura<sup>13</sup>. Los receptores, aquellos que estuvieran en hemodiálisis y que estuvieran en lista de espera para trasplante.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Francisco de Vitoria, Madrid.

Se recogieron las siguientes variables de los donantes registrados en la Coordinadora de Trasplantes del HU 12 de Octubre: género, edad, fumador, enfermedades de base, hora de la PCR, hora de inicio de maniobras de soporte vital avanzado (SVA), hora de transferencia hospitalaria del paciente, hora de canulación arterial, hora de entrada en bomba de circulación extracorpórea, hora de pinzamiento previo a la extracción, si el riñón fue trasplantado o no y los valores de la capnometría al comienzo de la reanimación cardiopulmonar, mitad del periodo de asistencia por parte de los servicios de urgencias y en el momento de la transferencia en el hospital. De forma consensuada entre los autores, por la experiencia en la interpretación de las cifras de capnometría, y de acuerdo con la literatura<sup>16</sup>, se categorizó la misma como normal o adecuada cuando los valores fueran superiores de 30 mmHg.

Se recogió el tiempo de isquemia fría, siendo el tiempo entre la extracción del órgano del donante y su implante en el receptor.

Para la medición de la EtCO<sub>2</sub>, una vez intubado el paciente, se empleó un monitor desfibrilador LifePack 15<sup>®</sup> (Physio-Control, Redmond, WA, EE. UU.), que utiliza para su medición la tecnología *side stream*.

Mediante la revisión de las historias clínicas hospitalarias de los pacientes trasladados, se recogieron las siguientes variables: sexo, edad, causa de la insuficiencia renal crónica, tiempo en diálisis previo al trasplante,

incompatibilidades del sistema HLA, presencia de fallo renal primario, rechazo agudo del injerto, retraso en la función renal (mayor de 7 días), medición de la creatinina sérica (día 1, día 7, mes 3, mes 6, 1 año, 1,5 años, 2 años, 3 años y 4 años) y proteinuria sérica (día 1, día 7, mes 3, mes 6, 1 año, 1,5 años, 2 años, 3 años y 4 años), supervivencia del injerto y supervivencia del paciente a los 12 meses.

Para el análisis estadístico se empleó el software SPSS 21.0<sup>®</sup> (SPSS Inc. Chicago, IL, EE. UU.) de Windows.

Se efectuó estudio descriptivo de las variables, expresándose las variables cuantitativas en media  $\pm$  desviación estándar, y las variables cualitativas en frecuencias. Para las variables cuantitativas se efectuó un test de normalidad mediante Shapiro-Wilk. En el estudio comparativo, por un tamaño muestral reducido, se realizó de manera univariada, con asociación entre las variables cualitativas, utilizándose el test de la chi al cuadrado y el estadístico de Fisher si alguno de los valores esperados fuera menor de 5. Para el estudio de asociación entre una variable cualitativa y cuantitativa se utilizó el test no paramétrico U de Mann-Whitney.

Se consideraron resultados estadísticamente significativos aquellos con un valor de  $p < 0.05$ .

## Resultados

En el periodo de duración del estudio se recogieron 37 donantes, con una edad media de  $44,81 \pm 6,64$  años. De ellos, 34 eran hombres (91,9%) y 3 mujeres (8,1%). La media de tiempo entre el suceso de la PCR hasta el inicio del SVA fue de  $12 \pm 4,83$  min. La media del tiempo desde la confirmación del fallecimiento del donante hasta la extracción de los órganos fue de  $3,61 \pm 0,54$  h. La descripción de las cifras de EtCO<sub>2</sub> en el momento de inicio del SVA, en la mitad de la atención por los servicios de urgencias y en la transferencia se muestra en la [tabla 1](#).

Treinta pacientes fueron donantes utilizados, de los que se consiguieron 55 riñones. En la [tabla 2](#) se presenta la comparativa entre donantes que fueron utilizados y no utilizados para cada una de las variables del grupo de donantes, sin encontrar diferencias significativas, excepto para las cifras de capnometría.

El 83,6% (46 receptores) fueron varones y 9 mujeres, siendo la edad media de  $49,59 \pm 9,10$  años. La media de tiempo que llevaban en diálisis los receptores fue de  $1,45 \pm 1,11$  años.

El 81,2% (45 pacientes) de los injertos tuvieron un retraso en la función renal con una media de  $17,76 \pm 9,01$  días. Estos pacientes necesitaron una media de  $4,56 \pm 2,27$  sesiones de hemodiálisis hasta que el injerto comenzó a ser normofuncionante. No se objetivó fallo renal primario en ninguno de los casos.

**Tabla 1** Valores de la capnometría (EtCO<sub>2</sub>) durante la atención del donante

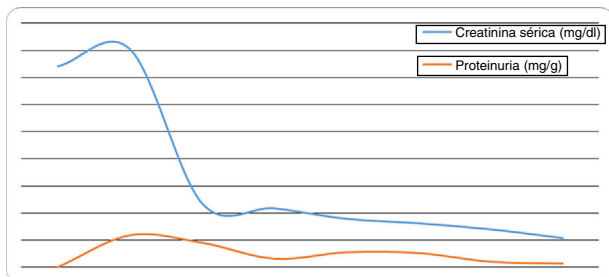
	Media (mmHg) $\pm$ DE	Máximo (mmHg)	Mínimo (mmHg)
Capnometría inicial	22,8 $\pm$ 12	57	5
Capnometría transferencia	26,8 $\pm$ 18,3	100	4

**Tabla 2** Comparativa entre donantes utilizados y no utilizados

	Utilizado (n = 30)	No utilizado (n = 7)	p-valor
Edad (años)	4,83	40,43	0,051
Sexo varón	26	7	0,306
Capnometría inicio (mmHg)	26,6	21,57	0,471
Capnometría final (mmHg)	22,8	17,35	0,016
Enfermedad (%)	3,33	0	0,624
Fumador (%)	40	42,85	0,890
Tiempo PCR-SVA (min)	12,6	9,43	0,119

**Tabla 3** Comparativa del retraso de función renal con la capnometría del estudio

	No (n = 10)	Sí (n = 45)	p-valor
Capnometría inicial (mmHg)	24,67	27,43	0,963
Capnometría transferencia (mmHg)	26,33	19	0,235
Edad (años)	48,33	45,53	0,196
Tiempo isquemia fría (h)	8,875	15,023	0,144
Tiempo isquemia caliente (h)	3,478	3,555	0,729
Tiempo PCS-SVA (min)	9,22	11,02	0,245

**Figura 1** Evolución de las concentraciones de creatinina sérica y proteinuria en los pacientes injertados.

No se encontró igualmente asociación estadísticamente significativa entre las cifras de capnometría al inicio, al final, la edad, el tiempo de isquemia fría y caliente, así como en el tiempo de parada a soporte vital básico con el retraso de la función renal (tabla 3).

Las determinaciones de creatinina sérica y la proteinuria en el seguimiento de los pacientes receptores del trasplante se presentan en la figura 1. La supervivencia del injerto fue del 100% en todo el grupo de pacientes del estudio, no existiendo ningún caso de fallecimiento en relación con el trasplante.

## Discusión

La DANC se ha posicionado como una fuente importante de órganos, especialmente los riñones, a lo largo de la última década<sup>14,16</sup>. Así, según datos de la Organización Nacional de Trasplantes en el año 2016 se trasplantaron 126 riñones, 15 pulmones y 9 hígados<sup>15</sup>. Sin embargo, las condiciones de la PCR suponen una mayor injuria y vulnerabilidad de los tejidos. Aunque parece lógico que los injertos renales procedentes de DANC sufren un estrés mayor que aquellos obtenidos a partir de otro tipo de donantes, en el estudio de Gagandeep et al.<sup>17</sup> se no encuentran grandes diferencias entre los riñones obtenidos de DANC y donantes en muerte encefálica.

La capnometría es un parámetro de uso habitual en la monitorización de pacientes críticos, y especialmente en la PCR, donde se ha mostrado como indicador pronóstico y de adecuación de las maniobras de SVA<sup>18,19</sup>. Diferentes estudios avalan la relación de las cifras de capnometría con un adecuado estado de perfusión de los órganos<sup>2</sup>. En relación con ello se buscan variables o factores con valor pronóstico de la viabilidad de los posibles órganos a trasplantar y tener en consideración ese donante, tal como se ha mostrado como factor predictor de sepsis en el ámbito extrahospitalario<sup>20-22</sup> o de ingreso en Unidades de Cuidados Críticos<sup>23</sup>.

No se han encontrado hasta la fecha en la bibliografía revisada estudios que hayan valorado la capnometría como un factor predictor de la evolución del injerto, salvo una carta al Director, que describe el rechazo del hígado por isquemia en un donante en asistolia no controlada, en el que las cifras de capnometría fueron bajas durante las maniobras de reanimación<sup>14</sup>. Se han relacionado los valores de la capnometría con la validez de los riñones extraídos, así se ha encontrado que los riñones descartados por isquemia o mala perfusión eran de donantes con cifras de EtCO<sub>2</sub> más bajas respecto a aquellos que fueron implantados, con significación estadística en el momento de la transferencia. Este hallazgo está de acuerdo con lo descrito en la literatura acerca la relación de la capnometría con la perfusión tisular<sup>24</sup>, si bien hay que tener en cuenta que puede haber otros factores en la viabilidad del injerto como duración de la resucitación cardiopulmonar u otros, si bien, estos factores se han mostrado referenciados únicamente en un caso clínico del año 2011 presentado por Cordero Escobar et al.<sup>25</sup>.

Se encontraron cifras de capnometría más bajas en el momento de la transferencia en aquellos riñones que no tuvieron éxito y tuvieron que ser desechados para donación (p = 0,016), datos que aún no se han presentado en pacientes con DANC que han derivado en trasplante renal, pero sí existe bibliografía en trasplante de pulmón, con resultados que demuestran que unos valores de capnometría elevados inducen mayor viabilidad en pacientes trasplantados<sup>26,27</sup>.

Se encontraron cifras de capnometría más bajas en el momento de la transferencia en aquellos riñones que presentaron un retraso en la función renal, pero no mostró resultados estadísticamente significativos, pudiendo ser debido al escaso tamaño muestral, pero los datos arrojados entre los pacientes que sí tuvieron este retraso (19 mmHg) frente a los que no lo presentaron (26,33 mmHg) hacen pensar que en un estudio en el que se aumente el tamaño de la

muestra, y sea prospectivo y controlado, se puede llegar a conclusiones más convincentes en este aspecto tan importante en el donante y en el aumento de su calidad de vida. Con relación al retraso en la función renal, los pacientes de la serie presentaron una media de 17,76 días de manera global, lo que concuerda con la bibliografía existente que describe este retraso de esta función en los pacientes con DANC en 15 días frente a los 7 días en pacientes con muerte encefálica<sup>28</sup>.

Otro de los aspectos marcados como posible influencia en el retraso de la función renal es el tiempo que estuvo el órgano en isquemia fría, comprobando que, aunque no se vieron diferencias estadísticas entre los pacientes que no tuvieron retraso en la función renal (8.875 h) y los que sí la presentaron (15.023) ( $p = 0,144$ ), nos hace pensar que existe una clara asociación entre el tiempo de isquemia fría y su relación con el retraso en la función renal, como muestra el trabajo publicado por Emiroğlu et al. en 2005<sup>28</sup>.

Respecto a las posibles complicaciones tras el trasplante, únicamente se ha encontrado una asociación entre las cifras de  $\text{EtCO}_2$  y el retraso en la función renal una vez trasplantado, aunque sin significación estadística ( $p = 0,062$ ). Este hallazgo puede estar en relación con el escaso número de la muestra, que es una de las limitaciones por tratarse de un estudio retrospectivo. Por ello, se han tenido que eliminar aquellos posibles donantes cuyo último registro de capnometría no estaba cercano a la transferencia en el hospital. La cifras de capnometría son tomadas a criterio del personal sanitario, en ocasiones las últimas cifras de capnometría registradas estaban muy lejanas al momento de la transferencia, por lo que se ha decidido, en aras de un análisis más certero, obviar algunos de estos casos.

Las limitaciones que se presentan en el estudio son claras y evidentes, a solventar por el equipo investigador en futuros estudios, ya que con los datos mostrados en este trabajo solo queda insistir en la realización de un estudio prospectivo con un tamaño muestral amplio para poder confirmar todas las suposiciones que se ven en esta primera evaluación de resultados de capnometría en pacientes con DANC para poder entender más a fondo el papel tan importante que desempeña la capnometría y la actuación posterior de los servicios de Urgencias.

Los autores concluyen que la capnometría podría ser un factor a considerar en la selección de los posibles donantes en asistolia, al estar relacionado con el rechazo de los órganos que son descartados para trasplante. Además, son necesarios más estudios, con tamaño de la muestra más elevado y diseñados para una adecuada recogida de variables, que permitan confirmar la hipótesis de que los valores de la capnometría durante la resucitación están en relación con un retraso en la función renal del injerto renal una vez trasplantado.

## Autoría

Alonso Mateos y Alicia Villar se han encargado de la interpretación clínica del análisis estadístico.

David Varillas se ha encargado del análisis estadístico, edición y redacción del trabajo, junto a Alonso Mateos y Alicia Villar.

Carlos Rubio y Alicia Villar recogieron los datos de los pacientes del registro de historias clínicas del HU 12 de Octubre.

Francisco José del Río y Amado Andrés facilitaron el acceso a los datos y son los propulsores del estudio.

Alonso Mateos, David Varillas y Alicia Villar son miembros del Grupo de Investigación en Donación y Trasplantes de la Universidad Francisco de Vitoria.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Pantazopoulos C, Xanthos T, Pantazopoulos I, Papalois A, Kouskouni E, Iacovidou N. A review of carbon dioxide monitoring during adult cardiopulmonary resuscitation. *Heart Lung Circ.* 2015;24:1053–61.
2. Paiva EF, Paxton JH, O'Neil BJ. The use of end-tidal carbón dioxide ( $\text{ETCO}_2$ ) measurement to guide management of cardiac arrest: A systematic review. *Resuscitation.* 2018;123:1–7.
3. Hällsjö Sander C, Hallbäck M, Wallin M, Ertell P, Oldner A, Björne H. Novel continuous capnodynamic method for cardiac output assessment during mechanical ventilation. *Br J Anaesth.* 2014;112:824–31.
4. Mosing M, Kutter AP, Iff S, Raszplewicz J, Mauch J, Bohm SH, et al. The effects of cardiac output and pulmonary arterial hypertension on volumetric capnography derived-variables during normoxia and hypoxia. *J Clin Monit Comput.* 2015;29:187–96.
5. Kotake Y, Yamada T, Nagata H, Suzuki T, Serita R, Katori N, et al. Improved accuracy of cardiac output estimation by the partial  $\text{CO}_2$  rebreathing method. *J Clin Monit Comput.* 2009;23:149–55.
6. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al., Adult advanced life support section Collaborators. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation.* 2015;95:100–47.
7. Nassar BS, Schmidt GA. Capnography during critical illness. *Chest.* 2016;149:576–85.
8. Sinha P, Soni N. Comparison of volumetric capnography and mixed expired gas methods to calculate physiological dead space in mechanically ventilated ICU patients. *Intensive Care Med.* 2012;38:1712–7.
9. Suarez-Sipmann F, Bohm SH, Tusman G. Volumetric capnography: The time has come. *Curr Opin Crit Care.* 2014;20:333–9.
10. Nolan JP, Kelly FE. Airway challenges in critical care. *Anaesthesia.* 2011;66 Suppl 2:81–92.
11. Bhende MS, LaCovey DC. End-tidal carbon dioxide monitoring in the prehospital setting. *Prehospital Emergency Care.* 2001;5:208–13.
12. Simón NV. Estudio de las maniobras de reanimación como medida de preservación inicial en el donante no controlado a corazón parado [tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina, 2017.
13. Donación en asistolia en España: situación actual y recomendaciones. Documento de Consenso Nacional, 2012.
14. Informe de donación en asistolia 2016. Organización Nacional de Trasplantes, 2017.
15. Miñambres E, Rubio JJ, Coll E, Domínguez-Gil B. Donation after circulatory death and its expansion in Spain. *Curr Opin Organ Transplant.* 2018;23:120–916.
16. Bagwell TA, Abramo TJ, Albert GW, Orsborn JW, Storm EA, Hobart-Porter NW, et al. Cerebral oximetry with blood volume



- index and capnography in intubated and hyperventilated patients. *Am J Emerg Med.* 2016;34:1102–7.
17. Gagandeep S, Matsuoka L, Mateo R, Cho YW, Genyk Y, Sher L, et al. Expanding the donor kidney pool: utility of renal allografts procured in a setting of uncontrolled cardiac death. *Am J Transplant.* 2006;6:1682–8.
  18. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic effect of external chest compressions at the lower end of the sternum in cardiac arrest patients. *J Emerg Med.* 2013;44:691–7.
  19. Pernat A, Weil MH, Sun S, Tang W. Stroke volumes and end-tidal carbon dioxide generated by precordial compression during ventricular fibrillation. *Crit Care Med.* 2003;31:1819–23.
  20. Hunter CL, Silvestri S, Dean M, Falk JL, Papa L. End-tidal carbon dioxide is associated with mortality and lactate in patients with suspected sepsis. *Am J Emerg Med.* 2013;31:64–71.
  21. Hunter C, Stone A, Ralls G. EtCO<sub>2</sub> to identify severe sepsis: Prehospital sepsis screening and ED alerts in Orange County, Fla. *JEMS.* 2016;41:40–7.
  22. Guirgis FW, Williams DJ, Kalynych CJ, Hardy ME, Jones AE, Dodani S, et al. End-tidal carbon dioxide as a goal of early sepsis therapy. *Am J Emerg Med.* 2014;32:1351–6.
  23. McGillicuddy DC, Tang A, Cataldo L, Gusev J, Shapiro NI. Evaluation of end-tidal carbon dioxide role in predicting elevated SOFA scores and lactic acidosis. *Intern Emerg Med.* 2009;4:41–4.
  24. Cambra Lasaosa FJ, Pons Odena M. Pulse oximetry and capnography. *An Pediatr (Barc).* 2003;59:259–64.
  25. Cordero Escobar I, Rey Martínez B, Company Teuler R, Pérez Carbonell A. Sugammadex in a man with a trasplanted kidney: A case report. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2011;58:611–3.
  26. Srinivasa V, Kodali BS, Hartigan PM. Evolving capnograms after single lung transplant. *Anesth Analg.* 2004;98:1504.
  27. Rai HS, Boehm JK, Stoller JK. Biphasic capnogram in a single-lung transplant recipient: A case report. *Respir Care.* 2014;59:E108–9.
  28. Emiroğlu R, Yagmurdur MC, Karakayali F, Haberal C, Ozcelik U, Colak T, et al. Role of donor age and acute rejection episodes on long-term graft survival in cadaveric kidney transplantations. *Transplant Proc.* 2005;37:2954–6.