



Capítulo 40

Evaluación del donante cadáver, preservación renal y donante a corazón parado

Joan Torras Ambros, Ana Sánchez Fructuoso, Josep Maria Cruzado Garrit

1. INTRODUCCIÓN

2. EVALUACIÓN DEL DONANTE CADÁVER

- 2.1. Diagnóstico de muerte cerebral
- 2.2. Selección y valoración del donante
- 2.3. Mantenimiento del donante. Tiempo de isquemia caliente y fría

3. PRESERVACIÓN RENAL

- 3.1. Principios de protección renal mediante soluciones de preservación
- 3.2. Soluciones de preservación
- 3.3. Métodos de enfriamiento. Perfusión en máquina

4. DONANTE EN ASISTOLIA

- 4.1. Criterios de aceptación

5. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, España es el país con la tasa más alta de trasplante renal en el mundo (44,9 pacientes por millón en 2008). Sin embargo, la lista de espera ha ido aumentando ligeramente los últimos 10 años (4.301 pacientes en 2008, según datos de la Organización Nacional de Trasplantes [ONT]). Los donantes cadáver son cada vez de mayor edad y con mayor afección vascular, aspectos que dificultan el proceso de valoración y obligan a los clínicos a tomar decisiones acerca de la viabilidad de los órganos. Las limitaciones para incrementar el número de trasplantes a partir de donante ca-

dáver clásico con corazón latiente han hecho que, en nuestro país, se haya incrementado el trasplante renal a partir de donantes a corazón parado y, más recientemente, el trasplante renal de donante vivo. En este capítulo nos centraremos en la obtención de órganos a partir de donante cadáver.

2. EVALUACIÓN DEL DONANTE CADÁVER

La identificación y selección de un donante cadáver es un procedimiento complejo y multidisciplinar que involucra varios equipos médicos, además de la infraestructura general del hospital y la ligada a aspectos forenses y jurídicos relacionados con la certificación de la muerte y el cumplimiento de las leyes y reglamentos de trasplante vigentes en cada país.

En general, son donantes todos aquellos cadáveres en situación de muerte cerebral por traumatismo craneoencefálico, accidente cerebrovascular, anoxia cerebral o tumores benignos no metastatizantes. Para la identificación y detección de donantes potenciales puede ayudar la valoración de la lesión cerebral según la Escala de Glasgow. Una puntuación de 6 o menos orienta hacia la posibilidad de ser donante de órganos antes de que se establezca el diagnóstico de muerte cerebral (**tabla 1**).

2.1. Diagnóstico de muerte cerebral

El diagnóstico de muerte cerebral debe ser establecido por médicos independientes del grupo de trasplantes para evitar un conflicto de intereses. Asimismo, requiere la certeza de la ausencia irreversible de función cerebral, que será confirmada con dos expertas exploraciones neurológicas, separadas por un intervalo de al menos 6 h, si se conoce la causa de la muerte, o

Apertura ocular	Espon-tánea 4	Tras una orden 3	Al dolor 2	Ninguna 1		
Respues-ta verbal	Orien-tada 5	Confun-dida 4	Palabras inadecuadas 3	Ininteli-gible 2	Ninguna 1	
Respues-ta motora	Obede-ce órdenes 6	Localiza el dolor 5	Retirada al dolor 4	Flexión al dolor 3	Exten-sión al dolor 2	No hay respuesta 1

24 h, en caso de encefalopatía anóxica o desconocimiento de la causa de la muerte. En su defecto, puede ser válida una sola exploración neurológica más un electroencefalograma (EEG) plano. En los niños de más de 2 meses se requieren dos exploraciones neurológicas y 2 EEG con un intervalo de 24 h, pero puede obviarse la segunda exploración si se tiene constancia de ausencia de flujo cerebral mediante alguna prueba alternativa (potenciales evocados, gammagrafía cerebral, eco-Doppler cerebral, resonancia magnética cerebral o arteriografía cerebral). La ausencia de flujo sanguíneo cerebral es la manifestación más clara de muerte cerebral. En situaciones de impregnación barbitúrica u otros fármacos o drogas depresoras del sistema nervioso central, el diagnóstico de muerte cerebral puede establecerse también con una exploración clínica compatible, más alguna de las pruebas diagnósticas mencionadas que confirmen la ausencia de flujo cerebral.

Los criterios clínicos de muerte cerebral se exponen en las **tablas 2 y 3**.

2.2. Selección y valoración del donante

Los criterios de selección de donantes cadáver no son todos absolutos. Algunos son controvertidos y deben ser evaluados y discutidos sobre bases individuales, si bien siempre dentro de un contexto referencial más amplio. En la medida en que se amplían los criterios de aceptación y se expande el grupo de donantes, se incrementan los denominados *donantes marginales*, susceptibles de deliberación clínica individualizada (**tabla 4**).

Uno de los aspectos más relevantes para los grupos de trasplante es la consideración de la **edad del donante** cadáver, fundamentalmente por el incremento de la edad de éstos. Los injertos de donantes pediátricos (≤ 6 años) tienen mayor probabilidad de presentar problemas técnicos. Ade-

Tabla 2
Criterios clínicos de muerte cerebral

- **Ausencia de función cerebral**
 - Ausencia de respuesta al dolor en el territorio de los pares craneales
 - Ausencia de convulsiones (puede haber reflejos espinales)
- **Ausencia de función del tronco cerebral** (v. tabla 3)
 - Apnea en respuesta a acidosis o hipercapnia
 - Ausencia de reflejos corneales y pupilares
 - Ausencia de reflejos oculocefálicos o vestibulares
 - Ausencia de reflejo traqueal
- **Irreversibilidad**
 - Ausencia de sedación o uso de drogas tóxicas o paralizantes
 - Ausencia de trastornos hidroelectrolíticos o endocrinológicos
 - Ausencia de hipotermia profunda

Tabla 3
Reflejos troncoencefálicos en la muerte cerebral

Reflejos	Respuesta	Vía-Nivel
Pupilar	Ausencia de respuesta pupilar	I y III pares Mesencefálico
Oculocefálico	Ausencia de movimientos oculares	VIII par Puente-bulbo raquídeo
Oculovestibular	Ausencia de movimientos oculares	VIII par Puente-bulbo raquídeo
Corneal	Ausencia de parpadeo	V y VII pares/puente
Ciliospinal	Ausencia de respuesta pupilar	Cv2, Cv3-Vía oculosimpática Troncoencefalo
Faríngeo/tusígeno	Ausencia de tos o náusea	IX-X pares Bulbo
Respiratorio	Ausencia de esfuerzo respiratorio	Centros respiratorios Bulbo
Cardíaco	Sin cambios en la frecuencia cardíaca	Nervio motor dorsal del X par Bulbo

Tabla 4
Criterios de validación de donantes cadáver

Contraindicaciones absolutas	Contraindicaciones relativas
<ul style="list-style-type: none"> • Isquemia caliente prolongada • Enfermedad renal crónica • Hipertensión arterial grave • Neoplasia metastatizante • Sepsis no controlada • Positividad VIH • Existencia de factores de riesgo para VIH • Perforación intestinal 	<ul style="list-style-type: none"> • Edad <6 años o >65 años • Isquemia fría prolongada • Necrosis tubular aguda del donante • Hipertensión arterial moderada • Infección tratada • Positividad VHC y VHB • Otras enfermedades: diabetes y lupus

VHB: virus de la hepatitis B; VHC: virus de la hepatitis C; VIH: virus de la inmunodeficiencia humana.

más, el riesgo de hiperfiltración y glomerulosclerosis focal y segmentaria es mayor, principalmente si se ha sobreañadido toxicidad o rechazo. No obstante, algunos grupos obtienen buenos resultados con estos injertos, bien con el trasplante doble o en bloque, por lo que la aceptación de estos donantes depende de la experiencia del grupo trasplantador.

Cada vez es más habitual el donante con muerte por accidente vascular cerebral, con múltiples comorbilidades y de mayor edad. Los donantes de 60 años o más, e incluso los donantes de menor edad con trastornos cardiovasculares, hipertensión o diabetes, en general **donantes con criterios ampliados** o expandidos, deben ser objeto de una valoración muy cuidadosa. Inicialmente, algunos grupos recomendaban biopsiar estos injertos y rechazar aquellos con más de un 20% de glomerulosclerosis. Otros grupos obtenían excelentes resultados con estos órganos bien seleccionados y trasplantados a receptores adecuados, teniendo en cuenta su superficie corporal, edad y capacidad de respuesta inmunológica previsible al injerto, o incluso trasplantando ambos órganos al mismo receptor. Sin embargo, hoy día parece razonable realizar una valoración atendiendo al filtrado glomerular estimado (≥ 60 ml/min) y la biopsia renal teniendo en cuenta la puntuación de Remuzzi (puntuación de 0 a 4 la esclerosis glomerular, la fibrosis intersticial, la atrofia tubular y la vasculopatía). Siguiendo esta puntuación, los riñones con puntuaciones 0-3 serían aptos para trasplante simple, y con puntuaciones 4-6 para trasplante renal dual. Sin embargo, aunque esta puntuación se utiliza habitualmente y puede ser útil, cabe decir que no está validada y la interpretación de las lesiones tubulointersticiales puede ser difícil si no se realiza sobre muestras fijadas en parafina. *Como regla general, en esta estrategia **old for old** se recomienda no sobrepasar una diferencia de peso de más del 20%, ni una diferencia de más de 15 años entre donante y receptor.*

La **neoplasia maligna** es una contraindicación para la donación. La excepción serían los donantes con neoplasias cerebrales primarias. En estos casos, debe realizarse un estudio histológico cerebral para confirmar este hecho y verificar que el tipo de tumor no se asocia a posibilidad de metástasis fuera del sistema nervioso central. En el caso de donante mujer, en edad fértil y fallecida por hemorragia cerebral, debe descartarse la presencia de enfermedad trofoblástica susceptible de transmitir un coriocarcinoma. En general, debe solicitarse siempre un test de embarazo, incluso en donantes masculinos ante la posibilidad de tumores embrionarios productores de la hormona gonadotropina coriónica. La ONT ha elaborado un documento de consenso sobre donación y tumores (www.ont.es/infesp/Paginas/DocumentosdeConsenso.aspx).

Otro tema importante por el riesgo de transmisión es la **infección**. Algunas infecciones contraindican el trasplante y otras requieren profilaxis adecuada en el receptor no inmunizado (p. ej., la infección por citomegalovirus) (v. cap. 44). Los donantes con factores de riesgo para el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) deben ser excluidos aun con serología negativa, ante la posibilidad de un test falsamente negativo. Algunos grupos utilizan los órganos procedentes de donantes con serología positiva al virus de la hepatitis C (VHC) para receptores igualmente positivos, siempre tras obtener el consen-

timiento informado de éstos (v. cap. 46.4). Existe controversia sobre la aceptación de órganos procedentes de donantes con antígeno de superficie para la hepatitis B (HBsAg) positivo. En general, los órganos procedentes de donantes con HBsAg positivo no son susceptibles de trasplante. No obstante, algunos centros los aceptan para receptores HBsAg positivos, siempre que la legislación lo permita y se descarte la existencia de antígeno delta en el donante. Los donantes con IgG HBcAc positiva pero IgM negativa se pueden trasplantar en receptores también HBcAc positivos o con títulos protectores de HBsAc posvacunación. Las infecciones que complican los estadios finales del donante, tales como las relacionadas con el catéter urinario, una vía central o neumonitis con cultivos recientes negativos y, al menos 24-48 h de tratamiento antibiótico, no excluyen a los donantes para trasplante. Tampoco deben excluirse los órganos en cuyo líquido de perfusión se obtenga un cultivo positivo para gérmenes habituales no virulentos de la flora cutánea. Por el contrario, se excluirán los órganos con cultivo en el líquido de perfusión positivo para *Staphylococcus aureus*, otros microorganismos gramnegativos u hongos. Debido a los cambios demográficos experimentados recientemente en nuestro país, no es rara la valoración de donantes procedentes de otros países, que pueden presentar infecciones endémicas en su país de origen y que eventualmente podrían transmitirse al receptor, como la enfermedad de Chagas y las infección por el virus HTLV I y II. La ONT ha elaborado también un documento de consenso sobre donación e infección (www.ont.es/infesp/Paginas/DocumentosdeConsenso.aspx).

2.3. Mantenimiento del donante. Tiempo de isquemia caliente y fría

El mantenimiento del donante está enfocado primordialmente a conseguir la perfusión óptima de los órganos y su correcta oxigenación.

Para una adecuada perfusión se recomienda mantener una presión arterial sistólica superior a 90 mmHg, una presión venosa central (PVC) entre 10 y 12 cmH₂O y una diuresis entre 100 y 300 ml/h. Si la expansión de volumen no corrige la presión arterial y la diuresis es escasa, ha de administrarse dopamina en dosis de 3-5 hasta 10 µg/kg/min. Si no es suficiente, puede asociarse entre 0,1 y 2 µg/kg/min de noradrenalina. Si pese a recuperar la presión arterial y la PVC el donante sigue oligúrico o anúrico hay que añadir al tratamiento 100 mg de furosemida intravenosa o manitol al 20%. Si aparece hipernatremia asociada a poliuria debe considerarse la existencia de diabetes insípida o de glucosuria derivada de una diabetes mellitus. En este último caso, hay que añadir dosis horarias repetidas de insulina rápida. Si se trata de una diabetes insípida central, puede administrarse vasopresina (Minirin[®]) a razón de 50 U/h.

También es importante garantizar una buena oxigenación del donante de órganos. Para ello el hematocrito debe ser mayor del 30%, la presión par-

cial de oxígeno arterial de 70-100 mmHg, y ha de mantenerse ajustado el pH mediante aporte de bicarbonato y control de la presión parcial de CO₂ arterial mediante ventilación apropiada.

La hipotermia interfiere en el mantenimiento del donante y puede llegar a causar bradicardia, acidosis y paro cardíaco *per se*. Es importante mantener la temperatura entre 35 y 37 °C mediante calentamiento de los líquidos que se van a infundir, mantas térmicas o inspiración de aire caliente.

El incremento en el **tiempo de isquemia caliente**, que es el período entre el paro cardiocirculatorio y el comienzo del enfriamiento mediante soluciones de preservación, puede asociarse a grave isquemia (su reversibilidad sólo es predecible para períodos inferiores a 30-60 min) y necrosis tubular aguda. Con las técnicas actuales de extracción multiorgánica para cadáveres con latido cardíaco se puede minimizar a menos de 1 minuto. El **tiempo de isquemia fría** es el período transcurrido en almacenamiento en frío o en perfusión automatizada a 4 °C. Los métodos de preservación con *almacenamiento hipotérmico estático* o con *máquina de perfusión* son igualmente efectivos para tiempos de isquemia no superiores a 48 h, a partir de las cuales esta última parece más efectiva. Las máquinas de perfusión añaden costes al trasplante y son relativamente complejas, de ahí que la mayor parte de los grupos de trasplante opten por el almacenamiento en frío de los órganos con mantenimiento de tiempos de isquemia por debajo de las 30 h, siempre y cuando el riñón sea adecuado. Cuando se prolonga en exceso, fundamentalmente más de 24 h, se correlaciona con retraso en la función inicial del injerto. Cabe destacar que en donantes con criterios ampliados es recomendable acortar cuanto sea posible el tiempo de isquemia fría.

3. PRESERVACIÓN RENAL

El desarrollo de nuevas soluciones de preservación en el trasplante de órganos sólidos ha mejorado los resultados en estos pacientes. La preservación de órganos sólidos se basa en exanguinar el órgano y reemplazar la sangre por una solución de preservación adecuada a baja temperatura. La composición de esta solución es un factor clave para optimizar la tolerancia del órgano a la hipotermia. No existe una solución ideal, pero en las dos últimas décadas ha crecido el conocimiento de las bases de la preservación de órganos.

3.1. Principios de protección renal mediante soluciones de preservación

Todos los órganos mantenidos en preservación sufren cierto grado de lesión, generalmente reversible. El fundamento de la preservación es la hipotermia.

termia, que enlentece el catabolismo intracelular que conduce a la muerte de la célula. La hipotermia permite un incremento en el tiempo de almacenamiento de los riñones. Asimismo, se precisa el lavado intravascular del órgano a una presión hidrostática baja que arrastre elementos formes, isoaglutininas y factores de la coagulación del árbol vascular. Para obtener un efecto protector óptimo, todos los compartimentos renales (vascular, extracelular y tubular) han de equilibrarse con el líquido. Esto se consigue en 10 o 12 minutos de perfusión, y se recomienda perfundir el riñón con un volumen 10 veces el peso renal. En las **tablas 5 y 6** se muestran los principios generales para la composición de las soluciones de preservación y el tiempo límite de isquemia fría de los diferentes órganos.

La situación de isquemia hipotérmica suprime la actividad de la bomba de Na/K-ATPasa. Con ello, el cloro y el sodio entran en la célula a través de un gradiente de concentración y la célula se edematiza. Para evitar esta situación, los líquidos de preservación tienen una baja concentración de sodio y alta de potasio (intracelular). Hoy día también se utilizan soluciones iónicas con composición extracelular, con buen resultado. Asimismo, contienen

Tabla 5

Principios generales para la composición de las soluciones de preservación

- Minimizar el edema celular inducido por la hipotermia
- Prevenir la acidosis intracelular
- Prevenir la expansión del espacio intersticial durante la reperfusión
- Prevenir la lesión inducida por radicales libres de oxígeno
- Proveer de precursores para regenerar los componentes fosfatados de alta energía

Tabla 6

Tiempos de isquemia fría límites en la preservación de órganos por almacenamiento simple en hipotermia

	Experimental	Clínica
Riñón	72 h	24 (hasta 50) h
Hígado	48 h	12 (hasta 37) h
Páncreas	72 h	17 (hasta 30) h
Corazón	15 h	3 (hasta 8) h
Pulmón	?	3 (hasta 8) h
Intestino	?	6 (hasta 12) h

sustancias impermeables para la célula (impermeantes) a base de azúcares simples (glucosa, sucrosa, manitol), lactobionato y trisacáridos para mantener una osmolalidad similar al plasma (310 mOsm/kg).

La isquemia estimula la glucólisis y la glucogenólisis, generando acidosis tisular, la cual lesiona el metabolismo celular. Por tanto, las soluciones de preservación deben mantener el pH lo más fisiológico posible con sustancias tampón (bicarbonato, citrato, fosfato, lactobionato, histidina).

Se recomienda que las soluciones de preservación contengan sustancias que aumenten la presión oncótica intravascular renal para evitar el edema intersticial y el colapso capilar. Históricamente se usaba albúmina. Hoy se utilizan derivados del almidón hidroxietílico (HES).

Los radicales libres liberados durante la isquemia fría y la reperfusión producen oxidación de las estructuras celulares y lesión celular. Además, la producción de radicales libres supera la capacidad de extracción de los *scavengers* fisiológicos. Por tanto, la adición de sustancias *scavenger* exógenas (glutatión y manitol) potencialmente frenaría estas lesiones.

La isquemia fría produce pérdida de adenosintrifosfato (ATP) y de otros compuestos fosforados de alta energía, los cuales se necesitan para restaurar las vías metabólicas celulares tras la reperfusión

3.2. Soluciones de preservación

Las sustancias impermeantes son la base de la efectividad de las soluciones de preservación. En la **tabla 7** se muestran algunas de las soluciones de preservación utilizadas en el trasplante renal. Nuestro grupo (Barcelona) popularizó en la década de 1990 una solución de preservación hiperosmolar con una composición semejante al EuroCollins pero que añade manitol como sustancia impermeante y *scavenger* (*M-400*).

Es difícil establecer el grado de protección relativa que ofrecen los distintos líquidos de preservación debido a la gran variedad de factores que pueden influir en la aparición de necrosis tubular aguda. En general, las soluciones HOC, EC, PBS y M-400 fueron adecuadas para la preservación renal aislada.

En la actualidad, la mayoría de los donantes son multiorgánicos, y se han desarrollado soluciones con mayor eficacia protectora. En la **tabla 8** puede observarse la composición de algunas de ellas. La solución de la Universidad de Wisconsin (UW) o solución de Belzer ha mostrado una mayor reducción en la tasa de necrosis tubular aguda frente al EuroCollins, especialmente para una isquemia fría prolongada (> 24 h). La UW ha sido la más

Tabla 7
Composición electrolítica (en mmol/l) de las principales soluciones de preservación únicamente renal

	HOC	C2	EC	PBS	M400	
Sodio	80	10	10	120	10	Electrolito
Potasio	80	115	115	–	115	Electrolito
Magnesio	35	30	–	–	–	Electrolito
Cloro	–	–	15	–	–	Electrolito
Bicarbonato	–	–	10	–	10	Tampón
Citrato	55	–	–	–	–	Tampón
Fosfato	–	57,5	50	60	50	Tampón
Sulfato	40	30	–	–	–	Tampón
Glucosa	–	140	195	–	–	Impermeante
Manitol	185	–	–	–	220	Impermeante y scavenger*
Sucrosa	–	–	–	140	–	Impermeante
Osmolalidad (mOsm/l)	400	350	355	310	400	
pH	7,0	7,1	7,0	7,2	7,4	

*Scavenger de radicales libres de oxígeno.

C2: solución de Collins; EC: solución EuroCollins; HOC: solución hiperosmótica citratada; M400: solución hipertónica con manitol; PBS: solución de sucrosa tamponada con fosfato.

utilizada y, junto con el uso de la ciclosporina, fueron la base del éxito del trasplante de órgano sólido.

Recientemente se ha introducido el custodiol, una sustancia que aúna las ventajas de la HTK y la UW. Sus ventajas principales son que es menos viscosa que la UW y dispone de tampón histidina como la HTK. Ha mostrado ser eficaz también en la preservación de órganos, con una tasa de insuficiencia renal similar a la UW.

3.3. Métodos de enfriamiento. Perfusión en máquina

En la extracción multiorgánica en el donante a corazón latiente se canula la aorta abdominal y la vena porta. Se infunden aproximadamente 3.000 ml de solución UW a 4 °C por la cánula aórtica y 1.000 ml por la cánula portal. Tras la extracción del paquete visceral, se procede a la separación de cada

Tabla 8
Composición electrolítica (en mmol/l) de las principales soluciones de preservación únicamente renal

	HTK	EC	UW	
Sodio	15	10	30	Electrolito
Potasio	10	115	120	Electrolito
Magnesio	4	–	5	Electrolito
Cloro	50	15	–	Electrolito
Bicarbonato	–	10	–	Tampón
Fosfato	–	50	25	Tampón
Sulfato	–	–	5	Tampón
Histidina	100	–	–	Tampón, impermeante
Glucosa	–	195	–	Impermeante
Manitol	30	–	–	Impermeante
Rafinosa	–	–	30	Impermeante
Lactobionato	–	–	100	Impermeante
Adenosina	–	–	5	Precursor energético
Ketoglutarato	1	–	–	Precursor energético
Glutación	–	–	3	Scavenger*
Alopurinol	–	–	1	Inhibidor, scavenger*
HES	–	–	50 g/l	Sustancia coloidal
Triptófano	2	–	–	Fármaco**
Dexametasona	–	–	8	Fármaco**
Insulina	–	–	100 U/l	Fármaco**
Osmolalidad (mOsm/l)	310	355	320	

*Scavenger de radicales libres de oxígeno.

**Fármaco: fármacos con otros mecanismos de acción.

EC: EuroCollins; HTK: solución de Bretschneider o Custodiol; UW: solución de Belzer o de la Universidad de Wisconsin.

uno de los riñones perfundiendo una cantidad adicional de solución de preservación.

En las extracciones renales, se canula la aorta abdominal a nivel infrarrenal, se clampa la aorta por encima de las arterias renales y se perfunden en

bloque ambos riñones. Paralelamente se realiza la apertura de la vena cava para la exanguinación y drenaje de la solución restante. Generalmente se utilizan 2.000 ml de solución de EuroCollins o de la solución hiperosmolar con manitol, perfundidas en las mismas condiciones que en las extracciones multiviscerales.

Una vez extraídos los riñones se almacenan en frío a 4 °C. La perfusión con máquina permite una preservación más prolongada y más efectiva debido al aporte continuo de oxígeno y sustratos para la síntesis de ATP y otros metabolitos. También facilita el lavado continuo de los desechos del metabolismo celular. Parece permitir preservaciones en frío más prolongadas, con una clara reducción de la tasa de necrosis tubular aguda. En la actualidad, la introducción de aparataje absolutamente automatizado y transportable ha revolucionado las técnicas de perfusión en frío (LifePort®). Numerosas publicaciones avalan la seguridad de estos sistemas, con una clara reducción de la tasa de necrosis tubular frente a la preservación simple, especialmente en casos de donantes en asistolia.

4. DONANTE EN ASISTOLIA

Los donantes en asistolia se definen como aquellos donantes que lo son tras diagnosticarse la muerte por el cese irreversible del latido cardíaco, cumpliendo además las condiciones generales para la donación. Con este tipo de donantes se han conseguido trasplantes exitosos de riñón, hígado y pulmón.

En una reunión de consenso en 1995 se describieron 4 tipos de donantes en asistolia dependiendo de sus características. El donante tipo I era aquel que sufre un paro cardíaco irreversible en la calle y que es trasladado al hospital sin maniobras de resucitación, y el tipo II era aquel que sufre paro cardíaco irreversible dentro del hospital (tanto en el Área de Urgencias como en la Unidad de Cuidados Intensivos). En el año 2000, se propuso una modificación de esta clasificación, diferenciando el donante del Área de Urgencias (tipo II) del que se daba en la Unidad de Cuidados Intensivos (al que se llamó tipo V). El donante tipo V era muy diferente al II, ya que se trataba de pacientes con mayor intervención médica previa y mayor inestabilidad hemodinámica, que habían requerido por ello ingreso en una Unidad de Cuidados Intensivos. Asimismo, el donante tipo I es un donante que hoy no se utiliza. Los sujetos fallecidos en la calle actualmente son trasladados al hospital con soporte ventilatorio y hemodinámico, atendidos por los servicios de emergencia extrahospitalarios en condiciones más cercanas a los donantes tipo II. En la **tabla 9** se resumen los diferentes tipos de donantes.

Tabla 9
Tipos de donantes en asistolia

Tipo	Descripción	Localización	Equipo de trasplante
I	Muerto a la llegada	Fuera del hospital	No está presente (donante «no controlado»)
II	Resucitación sin éxito	Área de Urgencias	No está presente (donante «no controlado»)
III	Paro cardíaco inminente (retirada de las medidas de soporte)	Unidad de Cuidados Intensivos	Presente (donante «controlado»)
IV	Paro cardíaco durante o tras el diagnóstico de muerte cerebral	Unidad de Cuidados Intensivos	Presente (donante «controlado»)
V	Resucitación sin éxito en paro cardíaco inesperado	Unidad de Cuidados Intensivos	Variable

El principal problema que aparece con estos donantes es que tras el paro cardíaco se produce una lesión isquémica irreversible que lleva a la ausencia de viabilidad de los órganos a no ser que se emplee algún método de preservación, mientras se espera la autorización judicial. Los principales métodos que se utilizan para preservar los órganos antes de la extracción son los siguientes:

- **Extracción rápida.** No se emplea ningún método de preservación y consiste en extraer los órganos rápidamente tras el paro cardíaco. En menos de 30 minutos al cadáver se le ha practicado la laparotomía, se ha canulado la aorta infrarrenal e iniciado la perfusión renal con soluciones conservantes.
- **Masaje cardíaco externo.** Se mantiene el masaje cardíaco externo sobre el cadáver hasta que se realiza la perfusión *in situ*, en un intento de mantener la circulación y evitar la isquemia.
- **Derivación cardiopulmonar total o parcial en hipotermia o normotermia.** Se mantienen la circulación y oxigenación de los órganos abdominales hasta la extracción gracias a la derivación.
- **Perfusión *in situ*.** Con catéteres especialmente diseñados, se aísla la circulación renal y se perfunden los riñones hasta la extracción.

Los métodos más adecuados son los dos últimos, con los cuales se consigue perfundir adecuadamente los órganos y con ello retrasar la lesión isquémica. Se mantiene así al donante durante 4 h, tiempo suficiente en la mayoría de los casos para realizar todos los trámites legales.

Se define el tiempo de isquemia caliente como aquel que transcurre desde el paro cardíaco hasta que se inicia la perfusión de los órganos.

4.1. Criterios de aceptación

Además de cumplir todos los criterios aplicables a los donantes de muerte encefálica, los donantes en asistolia deben reunir las siguientes condiciones:

- *Edad del donante.* Este criterio varía de unas unidades a otras, pero hay que ser un poco más restrictivo que en el donante en muerte cerebral. En el Hospital Clínico de Madrid se admiten donantes entre los 5 y los 55 años de edad.
- Ausencia de lesiones sangrantes en abdomen para evitar fugas en el sistema de derivación cardiopulmonar. Hay que realizar un hemograma al paciente si la causa de la muerte ha sido traumática, requiriéndose además que el hematocrito esté por encima del 20% para asegurar la viabilidad del órgano.
- Instauración de masaje cardíaco externo y ventilación asistida en menos de 15 minutos desde el paro cardíaco.
- Si la muerte se produce fuera del hospital, el traslado al centro debe realizarse manteniendo al paciente con masaje cardíaco externo, ventilación asistida y perfusión de líquidos. El tiempo de traslado no debe superar los 120 minutos.
- Tiempo total de isquemia caliente inferior a 150 minutos.
- Tiempo en derivación cardiopulmonar inferior a 4 h.

5. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kootstra G, Daemen JHC, Oomen APA. Categories of non-heart-beating donors. *Transplant Proc* 1995;27:2893-4.
- Matesenz R, Miranda B, Felipe C. Organ Procurement and renal transplants in Spain: The impact of transplant coordination. *Spanish National Transplant Organization (ONT). Nephrol Dial Transplant* 1994;9:475-81.
- Matsuoka L, Almeda JL, Mateo R. Pulsatile perfusion of kidney allografts. *Curr Opin Organ Transplant* 2009;14(4):365-9.
- Moers C, Smits JM, Maathuis MH, Treckmann J, van Gelder F, Napieralski BP, et al. Machine perfusion or cold storage in deceased-donor kidney transplantation. *N Engl J Med* 2009;360(1):7-19.
- Pascual J, Zamora J, Pirsch JD. A systematic review of kidney transplantation from expanded criteria donors. *Am J Kidney Dis* 2008;52(3):553-86.
- Ploeg R, Bockel J, Langendijk P, Groenewegen M, van der Woude FJ, Persijn GG, et al. Effect of preservation solution on results of cadaveric kidney transplantation. The European Multicentre Study Group. *Lancet* 1992;340:129-37.

- Rao PS, Ojo A. The alphabet soup of kidney transplantation: SCD, DCD, ECDñfundamentals for the practicing nephrologist. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4(11):1827-31.
- Sánchez-Fructuoso A, Prats D, Naranjo P, Torrente J, Pérez-Contín MJ, Fernández-Pérez C, et al. Renal transplantation from non-heart-beating donors: a promising alternative to enlarge the donor pool. *J Am Soc Nephrol* 2000;11:350-8.
- Sánchez-Fructuoso AI, Marques M, Prats D, Conesa J, Calvo N, Ridaó N, et al. Victims of cardiac arrest occurring outside the hospital: a source of transplantable kidneys. *Annals Intern Med* 2006;145:157-64.
- Organización Nacional de Trasplantes. www.ont.es/infesp/Paginas/DocumentosdeConsenso.aspx.

