

Extracción de riñones de donantes a corazón parado mediante enfriamiento corporal total

M. A. Frutos, P. Ruiz y M.V. Requena
Coordinación de Trasplantes de Málaga.

EXTRACCION DE RIÑONES DE DONANTES A CORAZON PARADO MEDIANTE ENFRIAMIENTO CORPORAL TOTAL

RESUMEN

Se presenta la utilidad de un sencillo método de extracción de riñones de donantes a corazón parado. El enfriamiento corporal total se logra mediante la infusión, con presión positiva, de grandes cantidades de soluciones cristaloides y soluciones conservantes de órganos en la aorta abdominal. Esta perfusión-enfriamiento se realiza a través de dos catéteres insertados en la arteria y vena femorales, respectivamente, mediante técnica de Seldinger. El drenaje de las soluciones administradas se obtiene a través del catéter localizado en la vena cava y que vacía la sangre y soluciones administradas, mediante aspiración conseguida con otra bomba de rodillos.

Este sistema se ha utilizado en 25 donantes de cuatro hospitales andaluces. En 8 casos hubo que suspender la perfusión-enfriamiento antes de la extracción por: negativa familiar, negativa judicial o por no localizar a familiares decisores en un tiempo razonable. En los restantes 17 donantes se realizó extracción de órganos, obteniendo 34 riñones, de los que fueron aceptados como válidos para trasplante 22. Los 12 restantes (35 %) fueron considerados no válidos por presentar signos macroscópicos de insuficiente lavado cortical y temperatura elevada.

Con los riñones extraídos de los donantes a corazón parado se realizaron 21 trasplantes, de los que dos no llegaron a funcionar (uno por rechazo acelerado y otro por problemas quirúrgicos). Los 19 restantes funcionaron tras períodos variables de oliguria por necrosis tubular aguda. En el momento actual, se han realizado algunas modificaciones en la metodología inicial, buscando incrementar las presiones de perfusión intrarrenal y disminuir el porcentaje de riñones no válidos. Se concluye que el método presentado es sencillo, útil y económico. Se puede utilizar en hospitales de todas las categorías, ya que no requiere infraestructuras especiales o costosas. Tiene especial utilidad en los donantes hemodinámicamente inestables en los que la parada cardíaca puede presentarse mientras se realiza el protocolo de muerte cerebral. En la evaluación de los riñones tras la extracción, la valoración macroscópica de la superficie renal y la medida precisa de los diferentes tiempos de isquemia han sido útiles para asegurar el funcionalismo de los injertos.

Palabras clave: *Donantes de órganos. Donantes a corazón parado. Asistolia. Trasplante renal. Enfriamiento corporal total. Isquemia.*

THE USE OF KIDNEYS FROM NON-HEART-BEATING DONORS BY TOTAL BODY COOLING

SUMMARY

Brain dead and heart-beating-cadaver donors are, at the present, the preferred organ source for transplantation. However, the needs of organs are not achieved only with this «ideals» donors and in order to increase the number of kidney transplants, different teams are using kidneys harvested from non-heart-beating donors. This paper presents an easy method for procurement of kidneys by total body cooling in non-heart-beating donors.

The method consist in the infusion of high volumes of cristaloids and organ preservation solutions in the abdominal aorta in order to flush and cool the kidneys.

Basically the procedure starts with the insertion of two catheters in the inguinal region by Seldinger technique. Both catetheres are progressed to the abdominal aorta and vena cava respectively. Through the arterial catheter the infusion starts at 500 ml/min with a roller pump, similar to the hemodialysis machines and by the venous catheter the fluids through out by another roller pump. This system was used in 25 non-heart-beating donors, but in 8 cases the procedures was stopped before the extraction by different causes: Family refusal, judicial refusal and impossibility to find a close relative. In the rest 17 donors, kidneys extraction were practiced obtaining 36 kidneys. Twelve kidneys (35 %) were discharged after the extraction because they showed signs of enough perfusion and high temperature.

With the rest of the kidneys 21 renal transplant were performed. All except two (hyperacute rejection and chirurgical problems respectively) are functioning well after variables periods of oliguria secondary to acute tubular necrosis.

At the present we introduced some variations in the initial methodology searching an increase in the renal perfusion pressures in order to diminished the number of non viable kidneys.

We conclude that this method is easy, useful and economic. It is possible to use in hospitals of all categories because do not require special or high technology infrastructures. It has special utility in hemodinamic inestable donors, in those is possible to save the kidneys after cardiac arrest during the time neccesary for the diagnosis of brain dead. We remark the importance to asses the viability of kidneys obtained from non-heart-beating donors the macroscopical appearance of kidneys in the operating room and the precise control of the different ischemia times.

Key words: Organ donors. Non heart beating donors. Ischemia. Total body cooling. Renal transplant.

Los índices actuales de donación de órganos de donante cadáver, resultan insuficientes a nivel mundial, para atender las crecientes necesidades de trasplante renal, tratamiento de reconocida eficacia médica y económica¹. La exclusiva utilización de riñones extraídos sólo de cadáveres fallecidos por muerte cerebral ha resultado insuficiente; por ello, se han ido proponiendo diferentes estrategias para aumentar el número de riñones disponibles para trasplante². Entre ellas, destaca el interés en aumentar el número de trasplantes de riñón de donante vivo y el ampliar los trasplantes con riñones no ideales (riñones límite)³. Dentro de esta segunda opción, los riño-

nes extraídos de donantes a corazón parado parecen consolidarse como órganos útiles por un mayor número de grupos de coordinadores de trasplantes, nefrólogos y urólogos y permiten vislumbrar incrementos notables en el número de trasplantes de riñón⁴⁻⁶.

Hasta hace pocos años, las dificultades para evitar lesiones isquémicas en el parénquima renal producidas tras la parada cardíaca, dificultaban enormemente el uso de este tipo de riñones límite y sólo unos pocos grupos en el mundo han continuado con programas activos de trasplante con riñones extraídos en parada cardíaca.

Desde los trabajos originales de Banowsky⁷ y

García-Rinaldi⁸ se conoce la utilidad de diferentes métodos para mantener riñones viables tras la parada cardíaca. Todos tienen en común actuaciones para enfriar los órganos objeto de trasplante, mediante la perfusión y lavado con soluciones cristaloides a muy baja temperatura. Entre los métodos más utilizados en la actualidad se deben destacar: cardiocompresión cardíaca externa más oxigenación pulmonar, enfriamiento corporal total, enfriamiento y perfusión renal *in situ* y enfriamiento generalizado con perfusión y oxigenación extracorpórea⁹⁻¹³.

El presente trabajo resume la experiencia de cuatro hospitales andaluces con un método de enfriamiento corporal total que se puso en marcha hace cuatro años en el Hospital Regional Carlos Haya y que ha sido utilizado con éxito en diferentes tipos de donantes en asistolia¹⁴.

DONANTES Y METODOS

Los 25 donantes en los que se ha utilizado el enfriamiento corporal total para preservación de riñones pueden encuadrarse dentro de los tipos II (n=14) y IV (n=11) de las categorías de Maastricht¹⁵. La mayoría eran pacientes muy graves que llegaban a Urgencias del hospital en parada, en fibrilación ventricular o en situación de shock hipovolémico. Si entraban en parada y se conocía que ésta acababa de suceder, se procedía a realizar una reanimación cardiopulmonar avanzada durante el tiempo que los médicos a su cargo consideraban necesario y siempre de acuerdo a los estándares recomendados por la Sociedad Española de Cuidados Intensivos. Para ello se utilizaban accesos vasculares femorales, colocando mediante técnica de Seldinger dos catéteres tipo Shaldon de 25 cm uno en la arteria y otro en la vena. Estos catéteres se utilizan para perfundir soluciones cristaloides, coloides, sangre y medicación o bien, para medir directamente la presión arterial. Si la reanimación tenía éxito, pasaban a la Unidad de Cuidados Intensivos. Aquellos en los que no se lograba restablecer el ritmo cardíaco, se les consideraba fallecidos por parada cardíaca irreversible. En estos casos se reanudaba la cardiocompresión externa y la ventilación pulmonar con oxígeno al 100 % mientras se contactaba con la familia para informar del fallecimiento y solicitar la donación.

Otros eran pacientes con lesiones neurotraumatólogicas o hemorragias cerebrales masivas muy graves, con muy baja puntuación en la escala de Glasgow y con un pronóstico claro hacia el exitus, pero que no cumplían criterios de muerte cerebral y que llevaban horas o días en el hospital. Algunos, debido a la gravedad de las lesiones, tenían incluso ór-

denes de no resucitación en caso de parada y en dos casos, hubo ofrecimiento espontáneo de la donación por los familiares antes del fallecimiento. En este tipo de pacientes, la muerte sobrevinía por asistolia secundaria a distrés respiratorio e hipoxia o shock cardiogénico y se consideraban donantes potenciales controlados. En un principio, algunos de ellos se encuadraron dentro de la categoría III de Maastricht, pero debido a que nunca se les retiró ningún soporte ventilatorio o terapéutico, parecen mejor integrados dentro del tipo II.

El tercero y último tipo de donantes, eran fallecidos en muerte cerebral que reunían criterios clínicos y, alguno de ellos, con electroencefalograma isoelectrico, en los que la parada cardíaca sobrevinía durante el intervalo de 12 horas que la legislación española exige para el diagnóstico de muerte cerebral.

El procedimiento de enfriamiento corporal total se realizaba del siguiente modo: a través del catéter introducido en la arteria femoral se conectaba una línea arterial de hemodiálisis y con la ayuda de una bomba de rodillos se pasaba inicialmente líquido peritoneal al 1,5 % muy frío (2-6 grados centígrados) a una velocidad no inferior a 500 ml/min. A través del catéter localizado en vena femoral, se aspiraba sangre a la misma velocidad con otra bomba de rodillos drenándose el líquido a un recipiente de 11 litros que se vaciaba periódicamente. Previamente se habían administrado 50 mg de heparina (50.000 UI) y 10 mg de fentolamina (Regitina) por vía intravenosa. En el momento de comenzar la perfusión-enfriamiento se suspendía el masaje cardíaco externo y la ventilación mecánica (fig. 1).

A esta velocidad de infusión se pasaban unos 15 a 20 litros de líquido peritoneal y a continuación se perfundían 15 litros de líquido conservante de órganos del tipo M-400 (laboratorios ERN, Barcelona) con una composición electrolítica similar a la de la solución Eurocollins y en la que se ha sustituido la glucosa por manitol (4,19 g %). El descenso de temperatura logrado al final del procedimiento y a nivel rectal estaba entre 10 y 12 grados centígrados. Durante la infusión del volumen total de 30 litros (70 minutos aproximadamente) se realizaban todas las gestiones de localización de los equipos quirúrgicos, solicitud de permiso judicial y preparación del quirófano. Si se preveía algún retraso en el traslado al quirófano se reducía la velocidad de infusión de la solución M-400 a 300 ml/min y se prolongaba su infusión con 5 a 10 litros adicionales. Una vez preparado el quirófano y con los equipos quirúrgicos dispuestos, se suspendían las maniobras de infusión, se retiraban las líneas arteriales y venosas y se cerraban los catéteres. A continuación y en una sala intermedia, se ofrecía a la familia la posibilidad de ver el

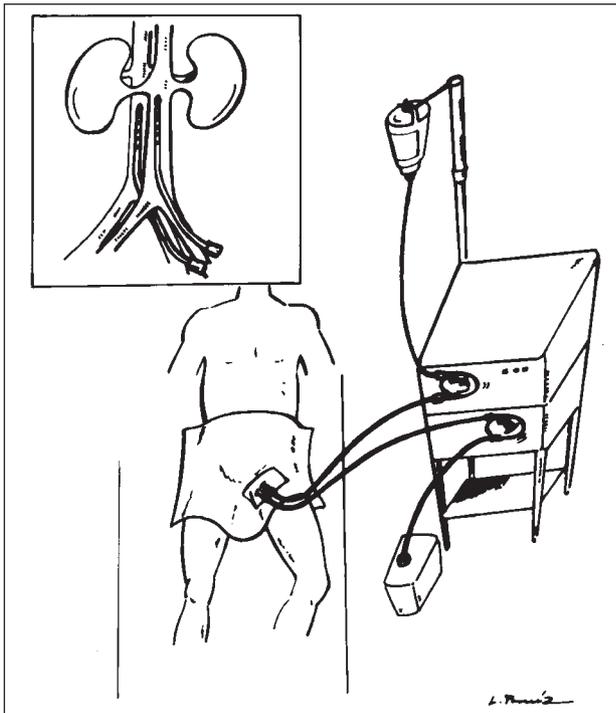


Fig. 1.—Detalle de la colocación de los catéteres en la arteria y vena femorales y de las dos bombas utilizadas en la perfusión-enfriamiento y en el drenaje de las soluciones conservantes de órganos.

cadáver inmediatamente antes de la entrada en quirófano.

Con el paso del tiempo, se han introducido algunas variaciones en el método de perfusión-enfriamiento corporal total en los últimos donantes para que, aprovechando las ventajas de otros modelos, intentar convertirlo en enfriamiento-perfusión más localizado. Estas modificaciones sobre el método antes explicado consisten en: una vez comenzada la perfusión en friamiento y para lograr mayor aumento de la presión de lavado a nivel renal, se introduce con la ayuda de un «catheter introducer set 9F», una sonda balón de Fogarty de 8F del tipo ocluidor aorta, que se hace progresar desde la arteria femoral contralateral hasta línea intermamaria, momento en que se infla el balón con 25-30 cc de salino para proceder a ocluir la aorta torácica y evitar el paso de líquido frío al tórax y extremidades superiores. Después se colocan dos torniquetes a nivel de los muslos, para disminuir o enlentecer el paso de líquido a las extremidades inferiores. Todas estas medidas están dirigidas a conseguir un mejor aprovechamiento del líquido de perfusión y mayor presión de perfusión renal (fig. 2).

Se tuvo siempre especial cuidado en guardar varias muestras de sangre coagulada y con anticoagulante para análisis bioquímico, serología, médico forense y grupo sanguíneo.

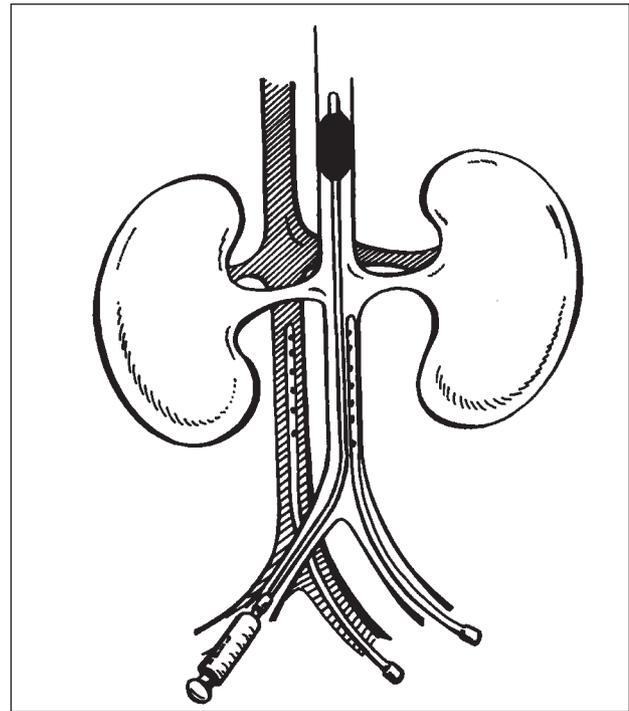


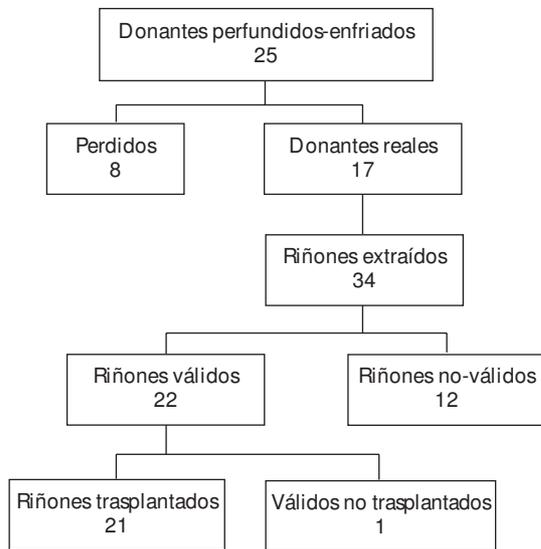
Fig. 2.—Además de los catéteres en la aorta y vena cava que se han introducido desde la región inguinal, se puede apreciar una sonda Fogarty-8F que se ha inflado en la aorta torácica. La progresión del Fogarty se ha conseguido a través de un «catheter introducir set» de 9F. Al ocluir la aorta torácica se evita el paso de líquidos fríos al tórax y extremidades superiores, lo que permite aumentar la presión de perfusión a nivel renal.

RESULTADOS

El procedimiento de enfriamiento corporal total se realizó en 25 donantes (20 corresponden al Hospital Regional Carlos Haya de Málaga, 2 al Hospital Reina Sofía de Córdoba, 1 al Hospital Ntra. Sra. de Valme (Sevilla), 1 al Hospital de Puerto Real (Cádiz) y 1 al Hospital de Jerez (Cádiz). Del total de 25 donantes en los que se inició enfriamiento-perfusión (tabla I), el procedimiento se suspendió antes de la extracción en 8 casos: cuatro por no encontrar familiares decisores en un tiempo razonable, que pudieran informar sobre los deseos en vida del fallecido o en su ausencia, de la voluntad familiar hacia la donación. En tres por negativa judicial, pese a tener firmado el consentimiento familiar. De estos tres pacientes, en uno la extracción fue denegada por no estar suficientemente claras las circunstancias de la muerte, y en dos por criterios no bien definidos, pero en los que, sin duda, influyó la particularidad de solicitar la extracción en condiciones de fallecimiento por asistolia y no por muerte cerebral. Y, finalmente, el procedimiento se suspendió en uno por negativa familiar a la donación.

En los restantes 17 donantes se realizó extracción

Tabla I. Donantes perfundidos y perdidos. Riñones extraídos válidos y no-válidos



de riñones en el quirófano, obteniendo 34 riñones, de los que fueron finalmente aceptados y válidos para trasplante 22. Los 12 restantes (35 %) no fueron considerados aptos para trasplante al presentar signos de mala perfusión cortical por lavado incompleto⁶, fracaso de la técnica por catéteres mal colocados⁴ y tiempos prolongados de isquemia².

La [tabla II](#) muestra las características de los donantes, según los riñones extraídos fueran válidos o no, lo fueron destacando una cierta tendencia (sin significación estadística) a que los donantes con riñones válidos fueran más jóvenes, de menor peso y menor número de horas en el hospital.

Se realizaron 21 trasplantes de riñón. Uno de los riñones enviados para trasplante a un hospital diferente del extractor, no se consideró trasplantable por problemas logísticos con el receptor, que condujeron a una prolongada isquemia fría y dudas del equipo trasplantador sobre la viabilidad del injerto en condiciones límite.

Dos de los riñones no llegaron a funcionar. Uno por presentar un rechazo acelerado durante los primeros días de oliguria y el otro por problemas quirúrgicos. El resto funcionó tras períodos variables de oliguria, tiempo durante el que se necesitó soporte con hemodiálisis. En general, la estancia media de los receptores de este tipo de injertos fue superior a la que presentan la mayoría de los riñones extraídos de donantes a corazón latiente.

Las características de los receptores y el funcionamiento a corto plazo se presentan en la [tabla III](#).

DISCUSION

El procedimiento de enfriamiento corporal total mediante la administración de grandes volúmenes de soluciones frías en la aorta abdominal se ha mostrado eficaz en la mayoría de los donantes. Su principal ventaja es su sencillez para ser utilizado por personal sin especiales habilidades quirúrgicas y, en general, habituados a colocar catéteres intravasculares por el método de Seldinger, como accesos vasculares agudos para hemodiálisis de urgencia. Estos catéteres se colocan con relativa facilidad cuando el pulso femoral está presente y, en estos casos, sirven como vía para la administración de soluciones intravasculares (vena) o como catéter para medir la presión arterial (arteria). En el caso de tener que colocarlos durante la parada cardíaca, la técnica es más complicada y aumenta el riesgo de que se coloquen mal. En estos

Tabla II. Características de los donantes con riñones extraídos considerados válidos y los rechazados

	Edad (años)	Sexo	Peso (kg)	Causa muerte	% Ingr. < 6 h	Tiempo parada extracción (mín.)	Volumen líquido perfundido (l)
1. Riñones válidos (n = 22)	30,9 ± 18	60 % V 40 % M	61 ± 7	TCE (7) HC (2) Ax (1) IAM (1)	82	72 ± 21	26 ± 3
2. Riñones no válidos (n = 12)	34,1 ± 13	75 % V 25 % M	69 ± 8	TCE (2) HC (1) Ax (1) IAM (2)	65	81 ± 31	30 ± 5

TCE: Traumatismo craneoencefálico. HC: Hemorragia cerebral. IAM: Infarto agudo de miocardio. Ax: Anoxia cerebral. V: varones. M: mujeres. (n): Número de casos. Tiempo parada-extracción: incluye el tiempo total de isquemia caliente + isquemia de shock + isquemia tibia. (l): litros. Valores expresados como media ± DS.

Tabla III. Características de los receptores trasplantados con riñones extraídos a corazón parado y viabilidad inicial

	Edad (años)	Isq. fría (horas)	NTA (%)	HD (n.º)	Rechazo agudo (%)	Tº ingreso (días)	Cr mínima (mg/dl)
Media ± DS	43,4 ± 11,2	20,8 ± 7,7	80	5 ± 3,8	69	24,8 ± 16,2	1,8 ± 1,4
Rango	(20 - 61)	(4,5 - 33)				(7 - 70)	

Valores expresados como media ± DS.

casos, nuestra experiencia recomienda otro método alternativo, como la introducción de un catéter triple luz y doble balón desde la arteria femoral o bien, colocar los catéteres tipo Shaldon tras disección inguinal del paquete vascular y tras la individualización de cada vaso.

Los donantes en los que los riñones extraídos en el quirófano estaban mal perfundidos, tenían en común algunas características: obesos, infusión de grandes cantidades de drogas vasoactivas (dopamina, dobutamina, noradrenalina) y estado de shock hemodinámico prolongado. En estas circunstancias, la presión de perfusión renal con este sistema podría ser insuficiente, habida cuenta de la situación de vasoconstricción generalizada. La modificación del método inicial con el bloqueo adicional de la aorta torácica y con los torniquetes en las extremidades inferiores podría ayudar en este sentido. No obstante, resulta necesario disponer de una mayor y más amplia experiencia.

En ninguno de los casos han existido problemas en los receptores relacionados con infecciones, riesgo posible por la prolongada manipulación de vasos sanguíneos, infusión de grandes volúmenes de líquidos y cirugía extractora más rápida y menos cuidada. No obstante, hay que tener presente este riesgo para evitar complicaciones infecciosas en los receptores.

La extracción de riñones de donantes a corazón parado no precisa de grandes infraestructuras pero demanda una logística compleja para que la responsabilidad de la localización tan extremadamente urgente no recaiga en pocas personas. Caso contrario, resultaría inviable realizar el procedimiento en horarios alejados de la jornada diurna. Por eso se hace necesario que los médicos encargados de la atención en el área de urgencias sean los responsables iniciales de valorar los posibles donantes y demanden a otro médico intrahospitalario de guardia (cirujano/urólogo o intensivista), la ayuda inicial para poder colocar los catéteres vasculares mientras se localiza al equipo de coordinación y a la familia.

El método que presentamos aquí es útil y barato. Pese a que se necesitan grandes volúmenes de soluciones para lavar y enfriar el cuerpo del fallecido tras la parada, ahorra sensiblemente por el menor coste en los catéteres respecto al catéter de doble balón y triple luz utilizado en la perfusión renal *in situ*.

En este procedimiento, como en otros utilizados en donantes en asistolia, resulta difícil conocer con seguridad la viabilidad de los riñones extraídos y únicamente la cuidadosa comprobación de los tiempos empleados en cada fase del proceso es de incalculable valor a la hora de una valoración empírica del estado del parénquima renal y de la reversibilidad de las lesiones tubulares agudas producidas durante la fase de isquemia caliente o de shock. En este sentido, ni con estudios de anatomía patológica, ni mediante determinación de sofisticados análisis, es posible asegurar la viabilidad renal¹⁶. En la búsqueda de soluciones para este reto, algunos autores han encontrado que la perfusión aislada pulsátil con soluciones conservantes especiales de riñones límite (donantes de alto riesgo: mayores de 60 años, donantes en asistolia y donantes hipertensos) mediante un procedimiento mecánico que valora gráficamente las modificaciones durante 14 a 47 horas de las presiones de perfusión, pH y concentraciones de LDH en el líquido de perfusión, parecen de utilidad, no sólo para predecir la viabilidad del órgano, sino también para mejorar y disminuir la lesión tubular y conseguir una recuperación más rápida y con menores riesgos y costes de la oliguria postrasplante^{17, 18}.

Mientras tanto, tiempos máximos de las diferentes isquemias dentro de valores con márgenes suficientes (tabla IV) son, sin duda, la garantía de viabilidad de este tipo de riñones límite que, en el momento actual, resultan imprescindibles para aumentar las posibilidades de trasplante de un buen grupo de enfermos que esperan en el trasplante renal la solución para su problema de insuficiencia renal crónica^{19, 20}.

Los riñones extraídos en asistolia precisan, además, que no se retrase su implante en el receptor, por lo que parece aconsejable que el tiempo de isquemia fría sea inferior al «normal» que esperan los riñones extraídos a corazón latiente. En el protocolo del Hospital Regional Carlos Haya, se ha estimado que debería ser el menor posible y siempre inferior a 18-20 horas. Todas las modificaciones tendientes a disminuir este período de isquemia fría favorecerá la recuperación de la función renal. La elevada incidencia de NTA en esta serie es similar a la comunicada por otros autores^{5, 6}.

Resulta de gran interés prestar un cuidado especial

Tabla IV. Tiempos máximos aceptables para las diferentes isquemias

1. En parada sin masaje externo eficaz: 30 minutos (*isquemia caliente*).
2. En parada con masaje externo eficaz: 60 minutos (*isquemia de masaje*).
3. En parada desde el inicio de la perfusión-enfriamiento hasta la extracción: 120 minutos (*isquemia tibia*).
4. *Isquemia fría* deseable inferior a 18 horas.

Isquemia caliente: tiempo transcurrido sin masaje cardíaco.

Isquemia de masaje: tiempo transcurrido durante el masaje cardíaco externo eficaz con ventilación oxígeno 100 %.

Isquemia tibia: tiempo entre el cese del masaje cardíaco e inicio de la perfusión-enfriamiento hasta la extracción en quirófano.

Isquemia fría: tiempo desde la extracción quirúrgica hasta el desclampaje en el receptor.

al tratamiento inmunosupresor de los receptores de este tipo de riñones límite, que presentan habitualmente daño tubular y probablemente lesión endotelial, que hace preciso utilizar protocolos de inducción con inmunosupresores que eviten nefrotoxicidad adicional. El elevado porcentaje de rechazos agudos en los receptores de este tipo de riñones parece debido a una mayor presentación de moléculas de adhesión y antígenos HLA clase II⁶. La experiencia acumulada hace recomendable iniciar el tratamiento con prednisona, azatioprina y anticuerpos monoclonales o gammaglobulina antitimocítica durante los primeros días de oliguria y hasta que se observe recuperación de la diuresis o, por lo menos, durante los diez primeros días, para a continuación introducir progresivamente dosis crecientes de ciclosporina²¹. Los resultados con los trasplantes de riñón efectuados con riñones límite extraídos a corazón parado indican que son órganos válidos pese a que presentan un elevado porcentaje de oliguria tras el implante motivado por el daño tubular producido durante los diferentes períodos de isquemia, pero en los que la función renal a largo plazo no es significativamente diferente, a la que presentan los trasplantados con riñones extraídos de donantes en muerte cerebral^{22, 23}.

En resumen, la utilización de riñones extraídos de donantes en parada cardíaca con un sencillo modelo de enfriamiento corporal total es válida para trasplante renal porque proporciona órganos de calidad. La selección de donantes y receptores debería considerar ciertas limitaciones en relación con la edad del donante y tiempos máximos tolerables para las distintas isquemias, por lo que parece aconsejable la unificación de criterios en los protocolos y procedimientos²⁴. Por último, el trasplante de riñones extraídos a corazón parado exige cierta «generosidad» para descartar el uso de riñones de dudosa viabilidad. En esta como en tantas otras técnicas, una curva de

aprendizaje parece el peaje obligatorio para llegar a optimizar su potencialidad.

AGRADECIMIENTOS

A los coordinadores sectoriales de trasplantes de Cádiz, Córdoba y Sevilla (Dres. Rafael Sierra, Rafael Toribio y José Ruano) y a los coordinadores intrahospitalarios de los hospitales de Puerto Real, Jerez, Valme y Reina Sofía (ATS: M. Castañeda, J. Merino, Alfonso Alvarez y B. Ortega) por su amabilidad en aportar los casos por ellos estudiados.

A los nefrólogos de los hospitales implicados por facilitar los datos de los receptores y controles evolutivos.

A Luis Pernia Ibáñez por los dibujos que aparecen en el texto.

Bibliografía

1. Rapaport FT y Anaise D: Organ donation, 1990. *Transplant Proc* 23:899-900, 1991.
2. Kootstra G, Wijnen R, Van Hooff JP y Van der Linden CJ: Twenty percent more kidneys through a non-heart-beating program. *Transplant Proc* 23:910-911, 1991.
3. Rapaport FT: Progress in organ procurement: The non heart-beating cadaver donor and other issues in transplantation. *Transplant Proc* 23:2699-2701, 1991.
4. Rigotti P, Morpurgo E, Comndella MG, Pittoni G, Baldan N, Ganz E, Piazza L, Capalbo M, Valente ML y Ancona E: Non-heart beating donors: an alternative organ source in kidney transplantation. *Transplant Proc* 23:2579-2580, 1991.
5. González Segura C, Castela AM, Torras J, Gil Vernet S, López Costea MA, Riera L, Franco E, Fulladosa X, Griñó JM y Alsina J: Long-term follow up of transplanted non-heart-beating donor kidneys. *Transplantation* 27:2948-2950, 1995.
6. Wijnen RHM, Booster MH, Stubenitsky BM, De Boer J, Heineman E y Kootstra G: Outcome of transplantation of non-heart-beating donor kidneys. *Lancet* 345:1067-1070, 1995.
7. Banowsky LH, Sullivan M y Moorehouse J: In mortuo renal perfusion for cadaver kidney preservation. *Invest Urol* 9:199-205, 1971.
8. García-Rinaldi R, LeFrak EA, DeFore WW, Feldman L, Noon GP, Jachimczyk JA y Debaeky ME: In situ preservation of cadaver kidneys for transplantation: laboratory observations and clinical application. *Ann Surg* 182:576-584, 1975.
9. Valero R, Sánchez J, Cabrer C, Salvador L, Oppenheimer F y Manyalich M: Organ procurement from non-heart-beating donors through in situ perfusion or total body cooling. *Transplant Proc* 27:2899-2900, 1995.
10. Alvarez Rodríguez J, Del Barrio Yesa R, Torrente Sierra J, Prats Sánchez MD y Barrientos Guzmán A: Posttransplant long term outcome of kidneys obtained from asystolic donors maintained under extracorporeal cardiopulmonary bypass. *Transplant Proc* 27: 2903-2905, 1995.
11. Strong RW: Renal grafts from non-heart-beating donors. *Lancet* 345:1064-1065, 1995.
12. Booster MH, Wijnen RM, Ming Y, Vroemen JP y Kootstra G: In situ perfusion of kidneys from non-heart-beating donors: the Maastricht protocol. *Transplant Proc* 25:1503-1504, 1993.
13. Rapaport FT y Anaise D: Technical aspects of organ procurement from the non-heart-beating cadaver donor for clinical transplantation. *Transplant Proc* 25:1507-1508, 1993.

14. Frutos MA, Valera A, González-Molina M, Cabello, Burgos D, Pérez-Rielo A, Ruiz P y López de Novales E: Extracción de riñones desde cadáveres en parada cardíaca: un modelo muy sencillo. *Rev Esp Trasplantes* 3:170-175, 1994.
15. Daemen JW, Ming Y y Kootstra G: Organ procurement from non-heart-beating donors. En: *Organ Shortage: The Solutions*. Ed. Touraine y cols. (eds.) Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, págs. 55-60, 1995.
16. Maessen JG, Van der Vusse GJ, Vork M y Kootstra G. Assesment of nucleotides, nucleosides and oxypurines in human donor kidneys by analysis of purine metabolism. *Transplant Proc* 19:1365-1366, 1987.
17. Tesi RJ, Ekhammas EA, Davies EA, Henry DM y Ferguson RM: Expanding the donor supply by using high risk donors: the use of pulsatile kidney perfusion for evaluation of high risk kidney donors. En: *Organ Shortage: The solutions*. Ed. J Touraine y cols. (eds.) Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, págs. 85-92, 1995.
18. Booster MH, Yin M y Subenistky BM: Beneficial effect of machine perfusion on the preservation of renal microcirculation integrity in ischemically damaged kidneys. *Transplant Proc* 25:3012-3016, 1993.
19. Morpurgo E, Rigotti P y Ancona E: Is warm ischemia the main limiting factor in the use of non-heart-beating donors in renal transplantation? *Transplant Proc* 25:1509-1510, 1993.
20. Maessen JG, Van der Vusse GJ, Vork M, Coumans WA y Kootstra G: Determination of warm ischemia time at donor nephrectomy. *Transplantation* 45:147-152, 1988.
21. Kinukawa T, Ohshima S, Fujita T y Ono Y: Exploration of the system for cadaver kidney transplantation with the non-heart-beating donor: efficacy of in situ cooling and low-dose cyclosporine. *Transplant Proc* 25:1524-6, 1993.
22. Hattori R, Kinukawa T, Ohshima S, Matsuura O, Ono Y y Fujita T: Outcome of kidney transplantation from non-heart-beating donors: comparison with heart-beating donors. *Transplant Proc* 24:1455-1456, 1992.
23. Schlumpf R, Weber M, Weinreich T, Klotz H, Zollinger A y Candinas D: Transplantation of kidneys from non-heart-beating donors: an update. *Transplant Proc* 27:2942-2944, 1995.
24. Booster MH, Wijnen RMH, Vroemen JPAM, Van Hoff JP y Kootstra G: In situ preservation of kidneys from non-heart-beating donors. A proposal for a standardized protocol. *Transplantation* 56:613-617, 1993.