

Técnica de extracción multiorgánica

D. Lechaux
E. Dupont-Bierre
G. Karam
H. Corbineau
P. Compagnon
D. Noury
K. Boudjema

Resumen. – En los trasplantes, el órgano donante es el elemento principal. Sin él, no hay trasplante y, cuando está disponible, debe ser anatómico y funcionalmente perfecto: la vida del receptor depende de ello. Por eso, debe ser minuciosamente extraído y conservado.

En nueve de cada diez casos, los órganos se extraen de un donante cerebralmente muerto, y en dos de cada tres casos el procedimiento incluye la extracción de varios órganos. Corazón, pulmones, hígado, riñones, páncreas, intestino, hueso, córneas y, algunas veces, piel. Se deben extraer todos los órganos útiles con el fin de reducir el tiempo que los enfermos están en lista de espera y que, a veces, puede ser mortal.

La operación es compleja: requiere la intervención de varios equipos y hay que actuar con rapidez. Por fortuna, está perfectamente protocolizada. Todo buen cirujano debería conocerla al detalle ya que, tarde o temprano, y sea cual sea el lugar en el que ejerza, deberá enfrentarse a esta situación.

El capítulo de técnicas quirúrgicas debe leerse intentando vivir la atmósfera que rodea a este procedimiento. Por ello, debe imaginar que se trata de una situación poco habitual. Una familia está de luto, una persona ha decidido donar sus órganos, y la actitud que usted tome, que realmente concierne a un «muerto», dará la vida a otra persona. Un último consejo: como experto cirujano de su especialidad, deberá poner especial atención en la extracción de órganos con los que no está familiarizado. En esto se reconoce a los buenos «extractores».

© 2004 Elsevier SAS, París. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: Extracción multiorgánica; Trasplante; Técnica quirúrgica; Conservación de órganos

Introducción

La extracción multiorgánica está muy bien protocolizada, aunque es susceptible de evolucionar en función de las nuevas necesidades. Se incluye en una estrategia definida en 1984 por Thomas Starzl en su artículo princeps: «A flexible procedure for multiple cadaveric organ procurement»^[16].

Debido a la gran demanda de órganos, lo habitual es extraer de un mismo donante el mayor número posible. Participan tres o cuatro equipos que, aunque trabajan de forma independiente, deben conocer la totalidad del procedimiento. En Francia, se calcula que el número de individuos en estado de muerte cerebral es del orden de 2.000 al año^[7]. Sólo se lleva a cabo la extracción en la mitad de estos casos potenciales. El número de órganos disponibles sigue estando muy por debajo de las necesidades, aunque los trasplantes se han visto favorecidos gracias a las donaciones de sujetos vivos, antes limitadas al riñón y que actualmente se han extendido al hígado y al páncreas.

En este capítulo se comentan principalmente las extracciones de donantes en muerte cerebral, que aportan el 95% de los órganos, y que todo cirujano «general» debe saber realizar.

Nociones generales

PRINCIPIOS Y SOLUCIONES DE CONSERVACIÓN

La base de la conservación de los órganos es la hipotermia. El descenso de la temperatura de los tejidos, próxima a los

David Lechaux Praticien hospitalier
Eric Dupont-Bierre Assistant, chef de clinique
Département de chirurgie viscérale et de transplantation, centre hospitalier universitaire de Rennes, hôpital Pontchaillou, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes cedex 9, France.
Georges Karam Praticien hospitalier
Service d'urologie, centre hospitalier de Nantes, Hôtel-Dieu, place Alexis-Ricordeau, 44093 Nantes cedex 1, France.
Hervé Corbineau Professeur des Universités, praticien hospitalier
Clinique de chirurgie thoracique et cardiovasculaire, centre cardiopneumologique, hôpital Pontchaillou, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes cedex 9, France.
Philippe Compagnon Assistant, chef de clinique
Département de chirurgie viscérale et de transplantation, centre hospitalier universitaire de Rennes, hôpital Pontchaillou, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes cedex 9, France.
Didier Noury Praticien hospitalier
Service de régulation et d'appui, interrégion n° 6 de l'Établissement Français des Greffes.
Karim Boudjema Professeur des Universités, praticien hospitalier
Département de chirurgie viscérale et de transplantation, centre hospitalier universitaire de Rennes, hôpital Pontchaillou, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes cedex 9, France.

4 °C, reduce en el 95% las necesidades de oxígeno de las células, y adapta su metabolismo al estado de anoxia que produce la extracción. La hipotermia se logra y se extiende de manera homogénea perfundiendo cada órgano con una solución refrigerante a través de sus pedículos aferentes.

La acción mecánica de las soluciones limpia los vasos de su contenido, produciendo un enfriamiento instantáneo y homogéneo de los tejidos perfundidos. Su composición química mejora la calidad de la hipotermia y evita a las células el daño causado por el frío.

Existen numerosos «líquidos de conservación». Su eficacia varía según el órgano en cuestión. Actualmente, las cuatro soluciones más utilizadas parecen ser:

- La solución de Stanford, de probada eficacia en la conservación del corazón^[8], pero que sólo permite períodos cortos, de entre 4 y 5 horas. Actualmente muchos equipos utilizan la solución de Celsior.
- La solución desarrollada por el grupo de Cambridge permite conservar los pulmones en torno a 8 horas, pero su utilización se complica por la necesidad de sangre del donante y de un intercambiador térmico para enfriar la solución hasta los 4 °C. Por esta razón, algunos equipos prefieren la solución de Collins (Euro-Collins) o la solución de Celsior cuyos resultados son parecidos^[9].
- La solución de la Universidad de Wisconsin (UW solution, Viaspan) se utiliza en hígado, páncreas y riñones. Es la que da mejores resultados con estos órganos y permite tiempos de conservación sin riesgo de 12, 12 y 48 horas respectivamente^[4,11,15]. También se confirma su superioridad en la conservación del intestino.
- La solución de Celsior, actualmente en proceso de evaluación, podría convertirse en el futuro en la válida para todos los órganos.

PROTOCOLO DEL ACTO QUIRÚRGICO

El principio fundamental de la técnica quirúrgica de extirpación es la refrigeración de los órganos in situ. Tras una breve fase quirúrgica con el «corazón latiendo» que sirve para inspeccionar los diferentes órganos donantes y prepara los lugares de canulación, se lavan simultáneamente todos ellos a través de la aorta. A continuación, se procede a la extracción de los órganos y se conservan hasta el momento del trasplante. Más tarde, e inmediatamente antes del trasplante, se lleva a cabo una preparación minuciosa de los pedículos con el órgano sumergido en líquido refrigerante. Esta fase no será estudiada aquí.

Los órganos abdominales (hígado, páncreas, riñones e intestino) se refrigeran con la misma solución. Los órganos abdominales se aíslan de los órganos torácicos mediante pinzamiento de la aorta infradiafragmática (porción abdominal de la aorta) y a continuación se lavan mediante dos cánulas que se introducen en la aorta distal (riñones, páncreas, intestino) y en la vena porta o en alguna de sus tributarias (hígado). La colocación de una vía de «descarga» en el origen de la vena cava inferior (VCI) impide la congestión y mejora la perfusión pasiva por gravedad.

A nivel torácico, se pinza la aorta por encima del tronco arterial braquiocefálico (TABC). A través de una cánula introducida en la aorta ascendente se perfunde la solución cardiopléjica en el territorio coronario y a continuación se drena en las cavidades cardíacas derechas, que también se «descargan» mediante la sección de una o de las dos venas cavas.

Desde el punto de vista anatómico el territorio pulmonar está aislado del corazón por las válvulas sigmoides. Su

refrigeración se logra a través de una cánula introducida en el tronco de la arteria pulmonar. La solución se drena en la aurícula izquierda, que se «descarga» a través de una incisión en la orejuela izquierda.

Extracción simultánea de corazón, hígado y riñones en un donante hemodinámicamente estable en un hospital general preparado

Es el caso más representativo y frecuente de extracción multiorgánica. Es poco frecuente la extracción simultánea de los pulmones, de la totalidad del páncreas y del intestino delgado, pero puede incluirse perfectamente en el procedimiento que describimos. Existen numerosas excepciones que, por razones didácticas, abordaremos por separado. Normalmente la intervención se realiza de madrugada y en un hospital habilitado para realizar extracciones. El donante, en muerte cerebral, debe permanecer en la unidad de reanimación y no debe haber ningún impedimento para la extracción de sus órganos. Lo más frecuente es que el equipo quirúrgico local cuente con un cirujano general, y que los equipos que van a extraer el hígado y el corazón procedan de otro centro, a veces lejano. En quirófano, una o varias personas encargadas de la coordinación esperan a estos equipos, organizando un proceso en el que intervienen varios cirujanos. Un informe con los datos clínicos, analíticos y morfológicos del donante debe estar preparado para cada equipo.

Los diferentes equipos intervendrán de forma sucesiva en el proceso de extracción: primero el equipo local, después el del hígado, y finalmente el del corazón. Los órganos deben extraerse en orden inverso: primero el corazón, luego el hígado, y finalmente los riñones, extraídos por el equipo local, que también se encargará de la reparación de la piel. Por lo general, los diferentes equipos no se conocen, e intervienen en condiciones difíciles debido a la presión que ejerce la necesidad de obtener un órgano en perfectas condiciones para el trasplante. La vida del receptor depende de ello. Un buen ambiente es un elemento esencial y todos deben contribuir a generarlo. Por eso, los equipos de otros centros deben presentarse y no olvidar nunca que son «invitados».

INSTRUMENTAL

Si el equipo local puede contar con un instrumentista, su presencia será de gran utilidad. El material debe incluir una caja de laparotomía con pinzas fuertes y pinzas vasculares de tipo Bakey para los diferentes pinzamientos, así como con material de esternotomía. Cada equipo ha de preparar su material específico, y en especial sus sistemas de canulación. Para los riñones se necesitan cánulas aórticas y de vena cava, vías de perfusión y las soluciones refrigerantes adaptadas. La aórtica es una cánula de perfusión arterial tipo Harvey® provista de una oliva de mantenimiento de un calibre adaptado, conectada al extremo de la vía de perfusión en Y (como las utilizadas en urología para las resecciones endoscópicas). La cánula de vena cava puede ser de tipo Harvey®, conectada a un terminal de aspiración estándar, o a un tubo de aspiración simple introducido directamente en la VCI. En el hígado, la canulación de la vena porta se realiza mediante un catéter venoso reforzado (drenaje de Argyle Charrière 10 o 12). La aguja empleada para la instilación de la solución



1 Colocación del donante: en decúbito supino, brazos en cruz; se observa la presencia de un catéter venoso femoral derecho que drena al territorio de la vena cava superior.

cardiopléjica es de tipo Luer-Lock de calibre 13 G. El material adecuado para transportar cada órgano debe estar preparado sobre una mesa estéril (la «back-table» de los anglosajones). Cada uno de los equipos de extracción debe encargarse de la elección del material de transporte de los órganos.

COLOCACIÓN DEL DONANTE

El donante en estado de muerte cerebral es potencialmente inestable desde el punto de vista hemodinámico. Por eso, hay que moverlo con cuidado para evitar una parada cardíaca. Su traslado desde la sala de reanimación al quirófano, se realiza bajo monitorización cardíaca y vigilado por un reanimador. En el quirófano, debe haber un anestesista y un cirujano para evitar cualquier pérdida de tiempo en caso de shock. Son imprescindibles un catéter de presión arterial, dos vías venosas, una de ellas central, una sonda gástrica, una sonda térmica y una sonda urinaria.

La enfermera circulante debe encargarse de la preparación de una mesa puente y dos mesas auxiliares para acondicionar los órganos antes del transporte. Debe tener experiencia en la extracción multiorgánica para poder asegurar el buen desarrollo de las diferentes etapas. Debe disponer de suero caliente (40 °C), y suero helado (de 0 °C a 5 °C) o hielo. Como coordinadora del lugar, es responsable de que no se produzcan fallos de asepsia en un quirófano con mucho movimiento de personas. El donante se coloca en decúbito supino y con los brazos en abducción forzada. Hay que rasurar la piel, lavarla, secarla y desinfectarla desde el mentón hasta la mitad del muslo. El campo quirúrgico es ancho, desde la escotadura esternal hasta el pubis, y lateralmente hasta las líneas axilares (Fig. 1). El cirujano se coloca a la derecha del paciente, y su ayudante enfrente de él. La intervención se desarrolla en tres tiempos: la preparación, con el corazón latiendo, la refrigeración in situ, y la extracción de los órganos refrigerados.

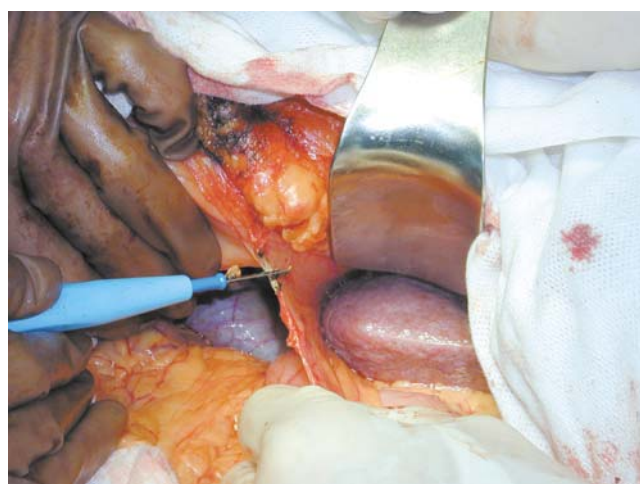
FASE I: PREPARACIÓN CON EL CORAZÓN LATIENDO

■ El equipo local inicia la intervención

El equipo local es el responsable de la extracción y del cierre cutáneo. La vía de acceso ideal es la esternolaparotomía.



2 Vía de acceso abdominal: sutura de los cuatro colgajos parietales.



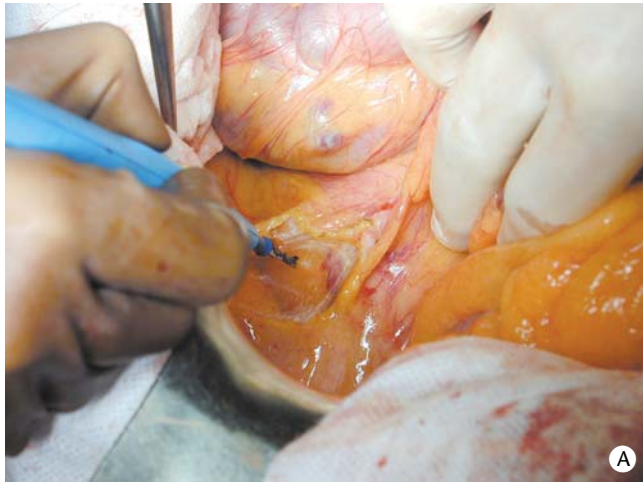
3 Sección del ligamento falciforme con bisturí eléctrico, el ayudante tracciona el ligamento redondo hacia abajo.

Cuando el cirujano encargado de iniciar la intervención no tiene experiencia en esternotomías, es suficiente una incisión cruciforme para exponer el campo abdominal. Los pedículos epigástricos se ligan y el campo se expone fijando con hilo fuerte los ángulos de los cuatro colgajos a la base del tórax y a la raíz de los muslos (Fig. 2). Esta incisión presenta el inconveniente de favorecer la inundación de los campos y, por tanto, la falta de asepsia.

La exposición del campo se completa con la sección mediante bisturí eléctrico del ligamento redondo, realizada entre dos ligaduras fuertes, y del ligamento falciforme (Fig. 3). Este procedimiento evita las tracciones durante la toracotomía, que pueden forzar la descapsulación del hígado, y permite una primera exploración manual de la región supramesocólica.

Exploración

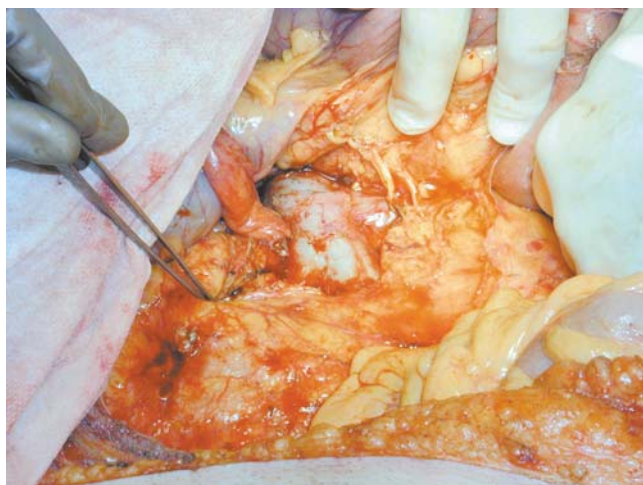
Hay que verificar la ausencia de lesiones traumáticas, de tumores o de grandes malformaciones que contraindicarían toda la extracción o parte de ella. La presencia de una herida sangrante en el bazo exige la realización de una esplenectomía, respetando la integridad anatómica del resto de los órganos que se quiere extraer (páncreas, riñón izquierdo...). El bazo se conserva estéril y se reparte entre los diferentes equipos para realizar las pruebas inmunológicas necesarias para el trasplante. La presencia de un tumor hepático requiere la realización de una biopsia y un examen histológico extemporáneo. El diagnóstico de malignidad impide la extracción de los órganos. Si el tumor descubierto es benigno, la extracción



4 A. Despegamiento ileocecal, acceso a la raíz del mesenterio.



B. Exposición de la raíz del mesenterio: liberación del bloque duodeno-pancreático.



5 Inicio de la exposición de los grandes vasos y de los órganos retroperitoneales: vena cava inferior y vena renal izquierda.

no está contraindicada, pero de todos es sabido lo difícil que puede resultar diferenciar, en esta situación de urgencia, un carcinoma fibrolaminar de una hiperplasia nodular o de un adenoma...

Exposición de los grandes vasos retroperitoneales

La disección de la raíz del mesenterio permite acceder a los grandes vasos retroperitoneales. La movilización del colon ascendente se realiza desde el ciego hasta el ángulo cólico (Fig. 4A). Durante la disección hay que procurar no dañar ni el uréter derecho ni la vena testicular u óvarica derecha, que bordean el lado derecho de la VCI. La disección del bloque duodeno-pancreático hasta el ángulo de Treitz completa la liberación de la raíz del mesenterio (Fig. 4B). El colon ascendente y el intestino delgado, protegidos por un campo, se apartan hacia arriba. De este modo, quedan expuestos la cavidad renal derecha, los grandes vasos retroperitoneales, y el origen de la vena renal derecha, permitiendo su exploración (Fig. 5). El tamaño, la regularidad de los contornos y la consistencia del riñón derecho se aprecian por palpación. Hay que descartar

la posible existencia de una arteria renal derecha atípica. El uréter derecho es visible hasta su cruce con los vasos ilíacos.

Preparación del lugar de colocación de la cánula aórtica infrarrenal

En ausencia de alteraciones arteriales renales o de placas de ateroma, la introducción de la cánula aórtica se realiza 2-3 cm por encima del origen de las arterias ilíacas. La sección, realizada entre ligaduras apoyadas en el origen de la AMI, facilita la exposición del punto de introducción de la cánula. La aorta se tracciona con dos hilos gruesos o con dos lazos, procurando no dañar las arterias lumbares que se hacen en su cara posterior.

Preparación del lugar de descarga en la cava

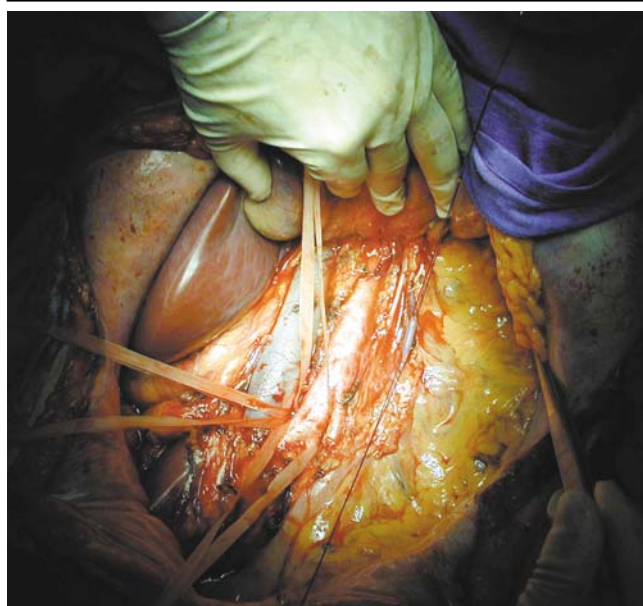
El lugar por el que se introduce la cánula en la vena cava inferior se prepara al mismo nivel que el de la canulación aórtica. La cara anterior de la VCI se libera de su vaina linfática hasta el origen de la vena renal izquierda, cuidando de no lesionar una posible arteria renal derecha atípica. Una vez denudada la porción infrarrenal de la vena cava (Fig. 6), se tracciona en su nacimiento con dos hilos fuertes (o con dos lazos). Deben evitarse las voluminosas venas lumbares que confluyen a este nivel. Todos estos hilos se dejan pinzados de forma individual. La masa visceral, envuelta en un campo, se coloca de nuevo en la cavidad peritoneal. Seguidamente, el cirujano abre la fascia de Toldt izquierda, exponiendo así la cara anterior de la cavidad renal izquierda. Esto facilita la exploración del riñón izquierdo y de su sistema excretor. Hay que buscar minuciosamente una posible arteria renal del polo inferior nacida de la arteria ilíaca izquierda primitiva. A partir de aquí, se libera el campo operatorio para dejar sitio al equipo encargado de extraer el hígado.

■ Preparación de la extracción del hígado

La experiencia permite apreciar de un vistazo el estado en que se encuentra el hígado y la urgencia de su extracción. Ante un campo hemorrágico y mal expuesto no se debe perder tiempo. Antes de empezar la intervención, el cirujano debe dar las instrucciones oportunas a la enfermera circulante respecto a la disposición de las mesas y el material necesario.

Valoración del hígado

El cirujano debe examinar cuidadosamente el color, la elasticidad, el volumen y la vascularización del órgano. El resultado de esta exploración debe ser comunicado por



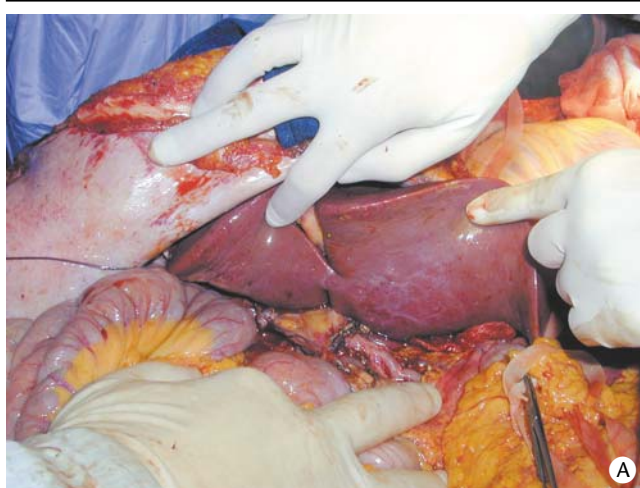
6 Control de los grandes vasos retroperitoneales, vena cava inferior y aorta rodeadas por lazos.

teléfono al equipo que prepara al receptor. El aspecto macroscópico del hígado sigue siendo el mejor criterio de evaluación de su calidad funcional. Un «buen» órgano hepático debe ser de color rojo-oscuro, de bordes finos, sobre todo a nivel del lóbulo izquierdo, que debe plegarse con facilidad, lo que pone de manifiesto la flexibilidad del parénquima. Al presionarlo recobra rápidamente su coloración (Fig. 7A). Un hígado globuloso y tenso indica una presión venosa central demasiado alta. El aumento de las dosis de dobutamina o la administración de diuréticos mejora la morfología hepática rápidamente. Un hígado pálido, duro y con bordes esponjosos indica una esteatosis que cuestiona la calidad del órgano (Fig. 7B). En este caso, la extracción hepática queda supeditada a la urgencia del trasplante y a los datos obtenidos por biopsia, que cuantifican y caracterizan la esteatosis. Si afecta a menos del 30% de los hepatocitos, no compromete la calidad del órgano, pero si es superior al 60%, conlleva un riesgo muy importante de fallo funcional primario^[2]. Entre estos dos valores, ese riesgo es aún mayor si se trata de una macroesteatosis. La decisión de aceptar o no un órgano en estas condiciones depende sobre todo del grado de urgencia del trasplante.

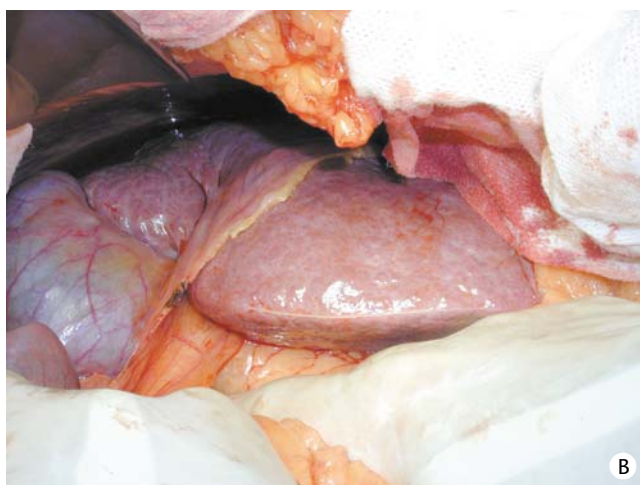
La vascularización arterial hepática puede tener muchas variantes anatómicas, y es conveniente conocer las principales^[6]. En la práctica, se busca la presencia de arterias hepáticas accesorias izquierda y/o derecha que han de respetarse.

– La arteria hepática izquierda se localiza fácilmente en el epiplón menor, en la unión de la pars condensa y la pars flácida. Generalmente nace del tronco gastro-hepático y éste, a su vez, nace del tronco celíaco (TC), o bien directamente de la aorta celíaca.

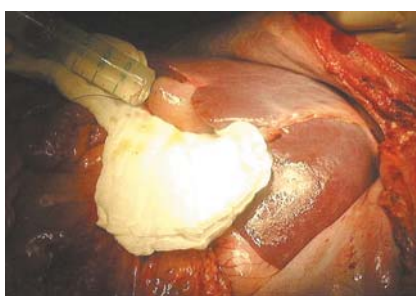
– En uno de cada cinco casos existe una arteria hepática que nace de la arteria mesentérica superior (AMS) y se debe buscar en el flanco posterior derecho del pedículo hepático. Puede ser de un calibre muy pequeño y por lo tanto difícil de palpar, ya que se encuentra en un pedículo ancho al que, además, la arteria hepática principal transmite su latido. Aunque no se localice, en principio hay que considerar que existe, y evitar así su sección accidental.



7 A. Hígado de buena calidad: color rojo-oscuro, bordes finos y parénquima flexible.



B. Hígado de mala calidad: color marrón, bordes afilados, parénquima rígido: evidentemente se trata de un hígado cirrótico.



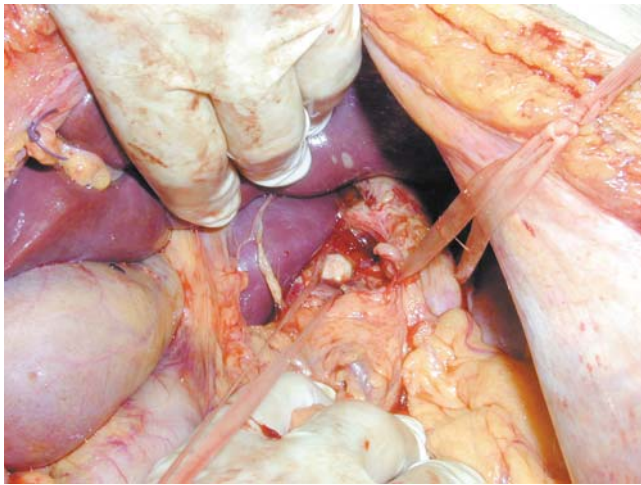
8 Lavado vesicular: una compresa absorbente permite recuperar la bilis.

Si el hígado cumple todos los criterios de calidad, se acepta para el trasplante y puede empezar a prepararse la refrigeración de los órganos.

Se abre la vesícula biliar y se enjuaga con suero fisiológico para prevenir la lisis celular secundaria al barro biliar postoperatorio (Fig. 8). El conjunto mesentérico envuelto en un campo se bascula hacia arriba. La aorta abdominal infrarrenal se expone hasta el origen de la AMS, que se señala con un vessel-loop (lazo vascular) para facilitar la extracción. Si basculamos el intestino delgado hacia arriba y hacia la derecha, la vena mesentérica inferior (VMI) aparece entre la cara inferior del mesocolon transversal y el mesosigmoide. Se disecciona y se deja sujeta con dos hilos, antes de la inserción de la cánula portal (Fig. 9).



9 Control de la vena mesentérica inferior.



10 Control de la aorta celiaca con un lazo; tracción del esófago hacia la izquierda durante el acceso transepiploico.

Preparación del lugar de pinzamiento aórtico infradiafragmático

La aorta celiaca se liga con el fin de separar los territorios de perfusión torácico y abdominal. El acceso a esta región es cómodo por la derecha del estómago apartando el epiplón menor y seccionando después el pilar derecho del diafragma (Fig. 10). El peligro está en arrancar o perforar la arteria frénica inferior, que puede tener un origen alto, por encima del TC. En ese caso, sería difícil asegurar la hemostasia sin pinzar la aorta, lo que provoca una isquemia caliente en los órganos situados por debajo. Una vez disecada, la aorta se deja sujeta con un lazo. La disección de la aorta puede verse dificultada por la presencia de la arteria hepática izquierda que, obviamente, hay que conservar. La apertura del epiplón menor se limita entonces a la pars flácida y a menudo es insuficiente para exponer y disecar la aorta celiaca. Hay que procurar evitar toda tracción sobre la arteria hepática izquierda. En este caso se puede realizar la maniobra pasando por el lado izquierdo del esófago abdominal. Si se presentan dificultades, es mejor abandonar la idea de pinzar la aorta a nivel abdominal y nos contentaremos con pinzar la aorta torácica por medio de la esternotomía.

Antes de dejar paso al equipo encargado de la extracción del corazón, el del hígado se asegura de que las vías de perfusión están preparadas y colocadas sobre los muslos del donante, y listas para ser utilizadas. Naturalmente, en este



11 Preparación de las vías de perfusión: aórtica y mesentérica inferior.

momento todavía no se han introducido las cánulas. Para ello, hay que esperar a que finalice la preparación cardíaca y la anticoagulación general.

En uno de los extremos de la mesa se habrán colocado dos sistemas de perfusión (Fig. 11); que deben permitir que las bolsas queden situadas un metro por encima del plano de la vena cava del donante. En general, para evitar el cruce de vías, el sistema de perfusión del lado derecho sirve para canular la aorta y el de la izquierda para la vena porta.

■ Preparación de la extracción del corazón

Antes de comenzar, el cirujano cardíaco debe comprobar la estabilidad hemodinámica del donante. Ha de valorar los resultados de la ecografía cardíaca, de la radiología torácica y del electrocardiograma, y así como los fármacos inotrópicos administrados al donante. Los resultados se comunican al centro de trasplantes, informando a su vez de la inminencia de la extracción, y preguntando al mismo tiempo por el estado en que se encuentra la preparación del receptor. El período de conservación del corazón es muy corto, lo que hace necesaria la realización simultánea del protocolo en el donante y en el receptor.

Valoración cardíaca

Hay que realizar una incisión longitudinal en el pericardio hasta su reflexión al final de la aorta ascendente. Hay que valorar el estado del corazón, que ya se había evaluado por la hemodinámica del donante y observar su volumen, su grado de contractilidad y la cinética de los ventrículos. Es preciso asegurarse de que no hay ni dilatación de las cavidades derechas ni hipertensión en la arteria pulmonar. En la palpación de las coronarias se buscan induraciones ateromatosas o la presencia de soplos. Si el corazón no presenta ninguna contraindicación para la extracción, el cirujano informa de ello a su hospital, para que inicie la cardiectomía en el receptor.

Lugares de pinzamiento y canulación

Los lugares de pinzamiento son la aorta ascendente y las venas cavas. La aorta se diseca justo por encima del origen del TABC, acercándose lo más posible a la adventicia para no dañar la rama derecha de la arteria pulmonar. Se disecan unos 4 cm de la vena cava superior (VCS), manteniéndose a distancia de su orificio de desembocadura auricular para

evitar cualquier lesión accidental del nódulo sinoauricular. Se disea y se deja sujeta con un lazo, lo más cerca posible del pericardio. Si se ha colocado previamente un catéter en la cava superior, hay que retirarlo. Hay que controlar y liberar de sus sujeciones pericárdicas la VCI, lo que servirá a la hora de hacer la incisión para descargar las cavidades cardíacas derechas. Hay que prestar especial atención a esta incisión, ya que deberá realizarse a cierta distancia de la coronaria derecha. Durante esta disección, existe un riesgo importante de provocar una parada cardíaca. El riesgo será mayor si el donante está hipopotasémico o hipovolémico, o si su temperatura es baja (32 °C a 35 °C). El lugar de canulación se sitúa en la cara anterior de la aorta ascendente, 2 cm por encima del lugar de pinzamiento. El cirujano cardíaco tendrá el trócar en la mano durante los 2 a 3 minutos que dura la perfusión de solución cardiopléjica. Con esta maniobra finaliza el período de disección con el corazón latiendo. Se realiza una heparinización por vía general (sistémica) con dosis de 3 mg/kg en un bolo único. La cánula aórtica, por lo general un trócar de cardioplejía, se conecta a la vía de perfusión que ha sido cuidadosamente pinzada y purgada de aire con un líquido de conservación.

FASE II: COLOCACIÓN DE LAS CÁNULAS DE PERFUSIÓN Y REFRIGERACIÓN IN SITU

Las asas intestinales se retiran hacia arriba, protegidas por un campo, exponiendo así los lugares donde serán introducidas sucesivamente las cánulas portal, aórtica y de la vena cava. En el momento del pinzamiento, el cirujano introduce el trócar en la aorta torácica ascendente.

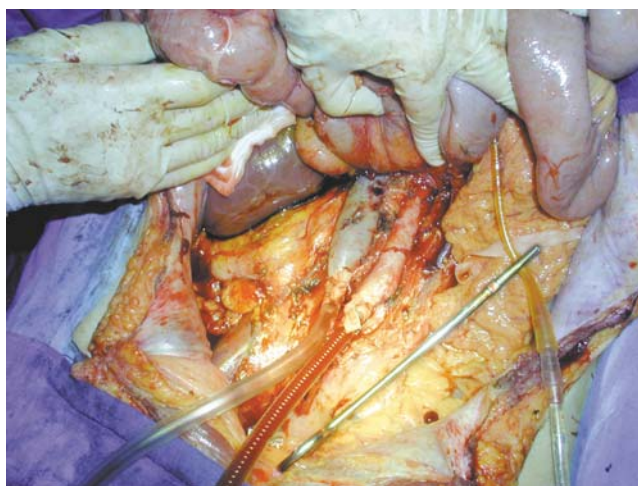
Introducción de la cánula mesentérica inferior

Se introduce la cánula porta en la VMI. Para ello, se anuda el hilo distal sobre la VMI, y se tracciona para inmovilizarla. Una vez que el cirujano ha realizado una incisión lateral, su ayudante con una pinza de disección fina separa los bordes de la vena. El extremo de la cánula se empuja dentro de la vena porta evitando introducirlo en la esplénica.

Canulación de la aorta abdominal infrarrenal

La aorta distal se canula entre los dos hilos gruesos que se habían dejado preparados previamente. Se anuda el hilo distal (Fig. 12) mediante una maniobra que debe ser exangüe. El ayudante mantiene la aorta traccionando el hilo distal. En su mano derecha ha de tener preparado y tenso el hilo proximal. El cirujano ha de pinzar la aorta infrarrenal entre el pulgar y el índice de su mano izquierda mientras realiza una arteriotomía transversal inmediatamente por encima de la ligadura inferior. Después, empujando la cánula entre sus dos dedos, la ha de introducir hasta sobrepasar su dilatación de seguridad. En ese momento el ayudante anuda la aorta alrededor de la dilatación de la cánula justo por encima de la arteriotomía. Deben efectuarse varias ligaduras gruesas para evitar que se salga la cánula de forma accidental.

En raras ocasiones no es posible realizar la canulación aórtica debido a la presencia de una arteria renal polar inferior que nace de la parte baja de la aorta o de la arteria ilíaca primitiva. En tal caso se canula la arteria hipogástrica derecha con la ayuda de una sonda flexible (sonda de Salem o sonda urinaria) capaz de describir la curva cerrada que impone la profunda localización de la hipogástrica. Durante la perfusión, con la ayuda de una pinza atraumática, las arterias ilíacas externa derecha y primitiva izquierda se enlazan en espera de ser pinzadas. De esta manera quedan excluidos de la perfusión los miembros inferiores, ahorrando la parte de flujo vascular ilíaco tan necesario para los equipos hepático y pancreático.



12 Canulaciones aórtica, cava y mesentérica inferior a nivel abdominal; todas las cánulas son pinzadas en espera de que todos los equipos estén listos.



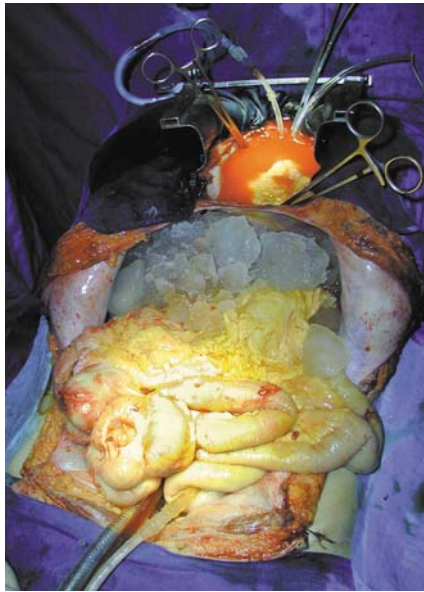
13 Drenaje de la cava por gravedad en un recipiente de gran capacidad.

Canulación de la cava

La cánula de descarga de la cava pinzada se introduce de la misma manera. En general, para la descarga de la cava, se utiliza un tubo de aspiración cuya extremidad se corta en ligero bisel. Este tubo, que debe ser tan corto e inclinado como sea posible, ha de dirigirse a un recipiente de una capacidad superior a 4 litros (Fig. 13). Tras comprobar su posición el urólogo debe asegurarse de que su extremidad no obstruye la terminación de la vena renal derecha. Antes de empezar la refrigeración, se verifican los sistemas de perfusión mientras el instrumentista prepara en su mesa suero helado y hielo picado. La aorta ascendente se podrá pinzar cuando todas las cánulas estén colocadas y la vía de cardioplejía esté purgada y bajo presión. Los tiempos torácicos y abdominales se realizan simultáneamente. Hay que anotar la hora del pinzamiento.

■ Nivel torácico

Hay que pinzar las dos venas cavas lo más cerca posible del pericardio mediante pinzas rectas atraumáticas. En el caso de la aorta ascendente esta maniobra, facilitada por la tracción ejercida sobre el lazo dejado en espera en este nivel, se realiza por encima del tronco braquiocefálico mediante



14 Pinzamiento vascular, despinzamiento del drenaje de la cava y de las cánulas de perfusión y refrigeración de los órganos por contacto con hielo.

una pinza de Bakey. Para disminuir el retorno de sangre caliente proveniente del territorio pulmonar, hay que detener la ventilación asistida. El trócar se introduce en la aorta por encima de la pinza y la vía de cardioplejía se abre manteniendo el líquido bajo presión (en torno a 80 mm Hg) usando un manguito neumático. La orejuela derecha se descomprime mediante la incisión de la VCI intrapericárdica teniendo cuidado con la coronaria derecha. En ese momento la solución cardiopléjica drena en la cavidad pericárdica a lo largo del seno coronario. También se descarga la orejuela izquierda por la apertura de la vena pulmonar superior derecha. Tras dos o tres sístoles el corazón se detiene. Para refrigerarlo son necesarios 2 litros de solución cardiopléjica. Durante su perfusión, ha de mantenerse en suero helado que hay que aspirar y renovar regularmente. La apertura de las pleuras limita la inundación del campo quirúrgico, sobre todo si el aspirador se obstruye o pierde eficacia de forma brusca.

■ Nivel abdominal

El cirujano cardíaco ha de determinar el inicio del pinzamiento. Una vez abierta la vía de cardioplejía, se debe actuar en el siguiente orden: se retira el pinzamiento de la cava para no correr riesgo de hiperpresión en el territorio de la cava inferior, se liga la aorta celíaca, y se despinzan la cánula aórtica y, después, la cánula portal. Es indispensable verificar que la solución hepatopléjica fluye correctamente por las cámaras de seguridad de cada una de las vías de perfusión. Los cirujanos han de comprobar que la decoloración de los órganos en el campo quirúrgico es la adecuada. En el intestino delgado es casi inmediata e indica el paso del líquido por la AMS y, por consiguiente, por las arterias renales y el TC. La hipotermia ha de asegurarse por contacto directo con hielo estéril previamente picado por el ayudante. El hígado pierde su color más despacio. A nivel abdominal, la pérdida de color y el enfriamiento de los riñones y del hígado se asegura pasando 4 litros por la aorta y 2 litros por la vena porta (Fig. 14).

FASE III: EXTIRPACIÓN DE LOS ÓRGANOS

Una vez protegidos de la isquemia mediante el procedimiento descrito. El peligro reside en dañar su integridad anatómica seccionando accidentalmente algún vaso aferente o eferente.

■ Extirpación del corazón

Cuando el corazón está frío y decolorado, se retira el trócar de cardioplejía y se extirpa lo más rápidamente posible. La sección de la VCI se completa teniendo cuidado de no dañar la coronaria derecha a la altura de su segmento III, ya que en este punto, ésta rodea el borde derecho del corazón casi en contacto con aquélla. El corazón se bascula hacia arriba y hacia la derecha para exponer las venas pulmonares izquierdas, que han de seccionarse de abajo a arriba, a ras del pericardio (Fig. 15). La VCS se secciona hacia distal y contra la pinza, intentando conservar la mayor longitud posible. Después, el corazón se ladea hacia la izquierda, lo que da acceso a las venas pulmonares derechas inferiores y, posteriormente a las superiores. Durante la sección del pedículo arterial, el corazón se coloca a la derecha y abajo, para exponer la arteria pulmonar izquierda a la altura de la reflexión del pericardio. La aorta y la arteria pulmonar derecha se seccionan de izquierda a derecha, ejerciendo una tracción sobre el corazón con la mano izquierda. Finalmente, se extrae el corazón después de haber cortado el pericardio a nivel de la reflexión en la cara posterior de la orejuela izquierda. Con precaución, se lleva a la back-table del equipo encargado del mismo y se introduce en su contenedor sumergido en una solución de conservación a 4 °C. Éste se cierra herméticamente y se embala en dos bolsas de plástico estériles antes de ser colocado, cubierto de hielo, dentro de una nevera portátil.

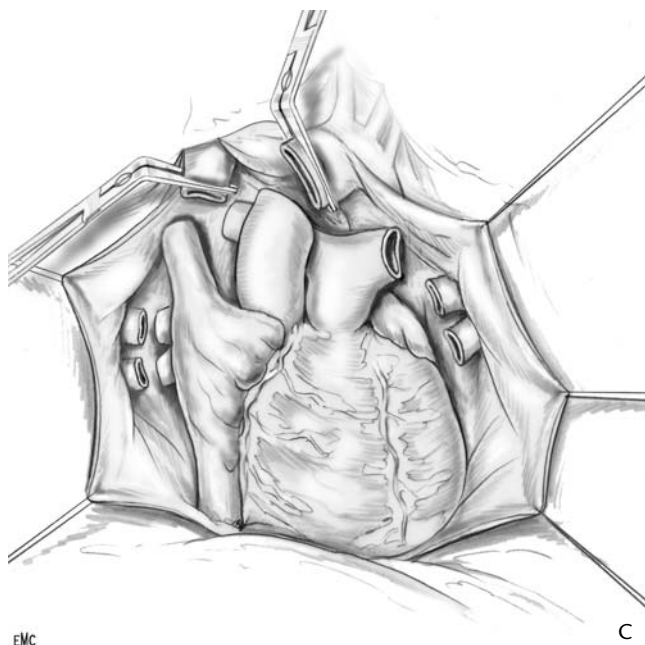
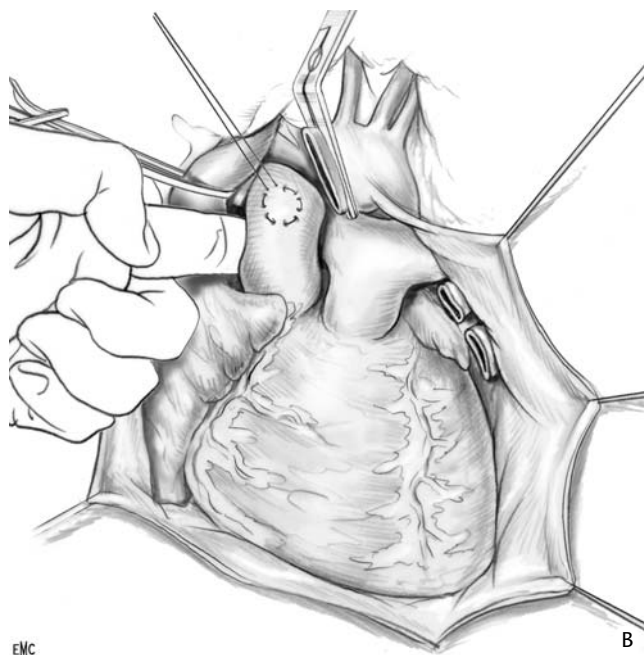
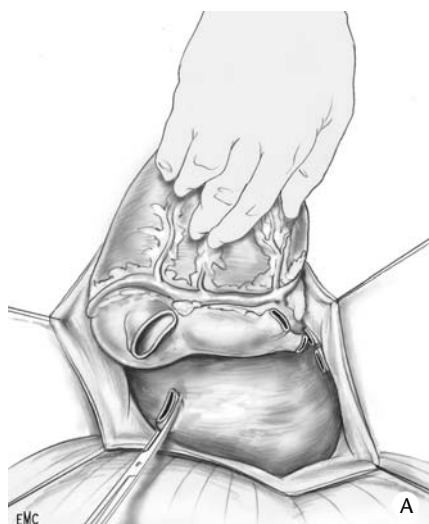
El equipo cardíaco ha de dirigirse lo más rápidamente posible al centro en el que se va a realizar el trasplante, llevando consigo algunos ganglios y un fragmento de bazo. Durante los 10-15 minutos que ha durado la extirpación del corazón, los órganos abdominales han de permanecer continuamente perfundidos por la solución de conservación.

■ Extracción del hígado

Para que los órganos abdominales estén correctamente decolorados y refrigerados, deben haber pasado 3 litros de solución por la aorta y 1 litro por la vena porta. La extracción hepática debe iniciarse únicamente cuando el hígado adquiera un color rojo pálido y el líquido de descarga de la cava salga claro (Fig. 16). Hay que realizar una segunda valoración de la calidad del órgano, ya que algunas esteatosis dan la cara sólo después de la decoloración. La extracción se realiza en cinco etapas, que implican sucesivamente a la vía biliar principal, el tronco de la porta, la vena cava suprahepática, la vena cava infrahepática y por último, la aorta celíaca. Las dos últimas etapas de la disección se desarrollan en contacto con los pedículos renales y requieren una atención especial por parte de los cirujanos, para no comprometer la implantación de ninguno de ellos.

Vía biliar principal

El cirujano inicia la maniobra separando la cabeza del páncreas del duodeno. El ayudante presenta el marco duodenal sujetándolo por sus ángulos. Una vez identificado el colédoco, se secciona a ras del duodeno y se deja localizado con una sutura de monofilamento de 4/0, que se deja largo (Fig. 17). Hacia abajo, se separa el páncreas del duodeno hasta el ángulo de Treitz, y hacia arriba, se realiza la disección a lo largo de la curvatura menor del estómago. En caso de que exista una arteria hepática izquierda hay que dejar la parte vascularizada del epiplón menor junto al órgano (Fig. 18).



- 15 Extracción del corazón.
 A. Sección de las estructuras vasculares izquierdas.
 B. Sección de las estructuras vasculares superiores.
 C. Sección de las estructuras vasculares derechas.

Tronco de la porta

Se secciona el pedículo mesentérico superior por el borde inferior del páncreas. La cánula portal se inclina hacia la derecha bajo la masa mesentérica. El páncreas se secciona a la altura de su cuerpo, y el pedículo esplénico, se secciona a la altura del borde superior.

Vena cava suprahepática

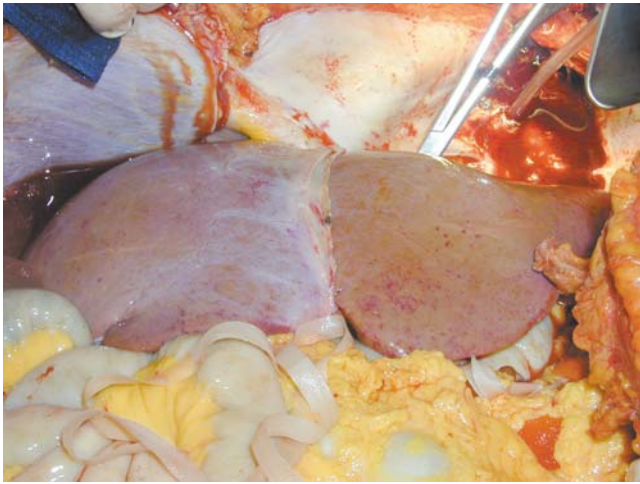
La disección de la vena cava suprahepática empieza por la apertura del diafragma, por delante de la hendidura de Larrey. Una vez que la apertura diafragmática es lo suficientemente grande, el cirujano ha de sujetar la cúpula hepática con la mano e introducir un dedo en la VCI para poder tener una buena sujeción del órgano, sin perder la posición venosa (Fig. 19). A continuación, ha de realizar la ablación de un collarate de tejido diafragmático de unos diez centímetros de diámetro, para evitar así la descapsulación al nivel de la inserción del ligamento triangular derecho (Fig. 20).

Vena cava infrahepática

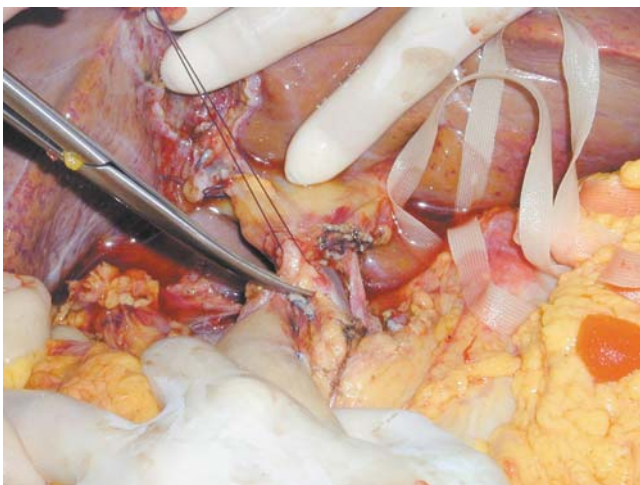
La sección del diafragma se continúa hasta la glándula suprarrenal derecha. La vena cava infrahepática se secciona por encima del final de la vena renal derecha, con el hígado aún desplazado hacia la izquierda y hacia arriba (Fig. 21). La realización de esta maniobra permite obtener una longitud suficiente de VCI para que el trasplante hepático se desarrolle con éxito. Sin embargo, dado que la vena renal es corta, hay que preparar un collarate a partir de la VCI, para realizar una plastia de alargamiento.

Aorta celíaca

Después de la liberación de la VCI, el hígado permanece unido únicamente por su pedículo arterial. La sección de la vena renal izquierda por su parte distal, en contacto con la VCI, permite exponer la totalidad de la cara anterior de la aorta (Fig. 22). Una vez retirada su cánula, se secciona la aorta por la mitad desde la arteria mesentérica inferior (AMI) hasta el origen de la AMS. Las arterias renales



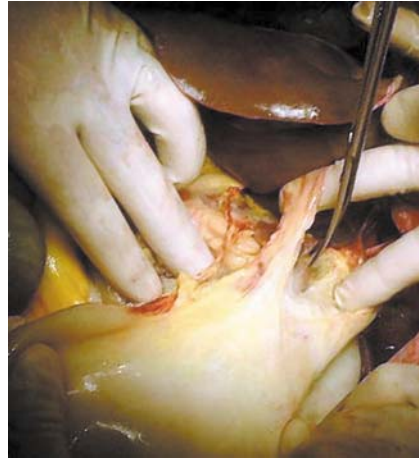
16 Hígado correctamente decolorado por la refrigeración y por la hepato-plejía.



17 Sección del colédoco separado por un hilo de tracción pasado a ras del duodeno antes de la movilización duodeno-pancreática.

derecha e izquierda se localizan de forma intraluminal. A continuación se secciona la aorta bajo el origen de la AMS oblicuamente hacia arriba, para dejar un collarite de tejido aórtico suficiente para la realización de la anastomosis alrededor de cada una de las arterias renales y de la AMS (Fig. 23). La aorta supracelíaca se secciona justo por debajo de la zona del pinzamiento (Fig. 24). Hay que disecar toda la arteria aórtica celíaca para descartar la existencia de una posible arteria hepática izquierda, que desembocaría directamente en la aorta por encima del orificio del TC. De este modo, el cirujano puede liberar la cara lateral izquierda de la aorta asegurándose de la ausencia de una arteria renal superior izquierda dejando el hígado en posición anatómica. Por último, se secciona el pilar izquierdo del diafragma que todavía sujeta la aorta por detrás.

La extracción se realiza en bloque, conservando la cánula portal. Tras transportar el hígado a la back-table, el urólogo puede proceder a extraer los riñones. Nosotros acostumbramos a renovar la perfusión ex-situ añadiendo 1 litro de solución de conservación a 4 °C, a través de la cánula portal aún colocada. A continuación, se aclara la vía biliar principal con 60 ml de solución inyectados con una aguja roma, desde el extremo distal del colédoco. En este momento el hígado ya estaría preparado para su transporte. Se cierra herméticamente en una bolsa de plástico estéril sumergido en solución a 4 °C. Después, se envuelve en un



18 Separación del epiplón menor a nivel del borde derecho del esófago y de la curvatura menor del estómago. Se observa la presencia de una arteria hepática izquierda que el cirujano levanta con el dedo medio de su mano izquierda.

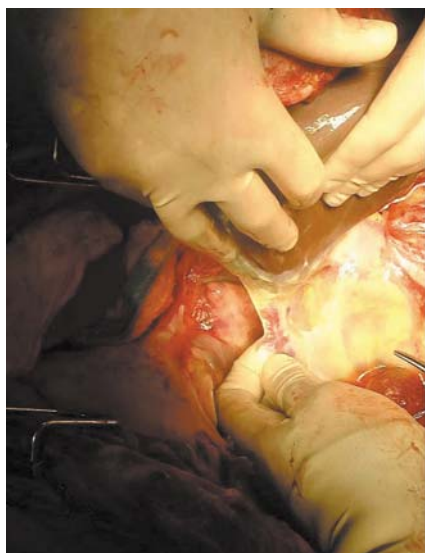


19 Sección de la cúpula diafrágica pasando a la altura de la vena cava interhepatodiafrágica. La mano derecha del ayudante pasa por detrás de la cúpula y levanta el lóbulo derecho del hígado para exponerlo sin traccionar de la inserción hepática del ligamento triangular derecho. Esta es una causa frecuente de desgarro capsular hepático.

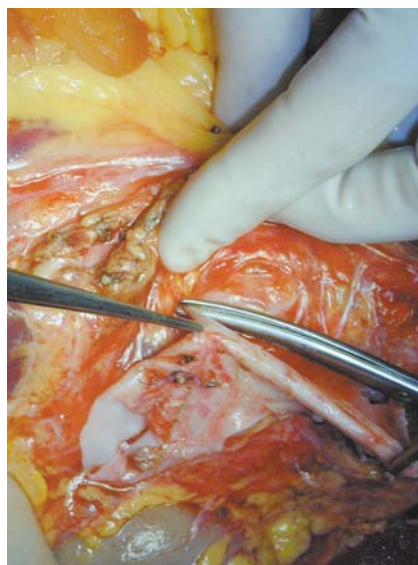
pañó y, a continuación se introduce en dos bolsas más de plástico estéril, antes de ser colocado definitivamente en un contenedor también estéril, cuyas paredes están forradas con bolsitas de hielo. Se cierra herméticamente el contenedor y se introduce en una nevera.

■ Extracción de los riñones

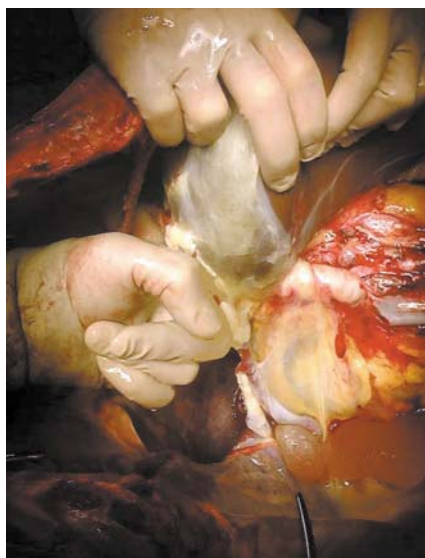
El intestino delgado se bascula hacia arriba y se recubre con un campo limpio. Al estar vacía la cavidad abdominal, la extracción renal resulta considerablemente más fácil. La práctica más frecuente es la extracción de cada riñón por separado. Con menos frecuencia, se extraen en un solo bloque los dos riñones, separándose sus pedículos con posterioridad. La técnica habitual consiste en separar de entrada los pedículos renales. La vena renal izquierda se secciona a nivel de su unión con la vena cava. Su cara posterior se diseca hasta el hilio renal izquierdo. La aorta, abierta ya por su cara anterior, y la vena cava, se seccionan a nivel de los lugares de canulación para poder extraer las cánulas. La cara posterior de la aorta se secciona por la mitad en dos partes, tomando como referencia las arterias lumbares cuya anastomosis se realiza en cañón de fusil. Se conserva un parche para cada una de las arterias renales y para una posible arteria polar (Fig. 25). Después de la fase pedicular, se separa la cara posterior del riñón del plano



20 Apertura de los fascículos anterior y posterior del ligamento triangular derecho, que quedan expuestos más por la ascensión de la cúpula derecha que por la tracción sobre el hígado.



22 Acceso de la aorta suprarrenal; sección de la vena renal izquierda. En esta foto, la vena renal izquierda es retroaórtica; una variante anatómica rara pero que debe conocerse.



21 Liberación del borde derecho de la vena cava inferior; el índice del cirujano se introduce en el interior de la vena (el plano de disección pasa por el parénquima de la glándula suprarrenal izquierda).



23 Sección oblicua de la aorta suprarrenal por debajo del origen de la arteria mesentérica superior.

muscular, incluyendo la grasa perirrenal. Hacia abajo, el plano de disección debe respetar un triángulo compuesto por el hilio, el borde lateral convexo del riñón, y el uréter a nivel de su cruce con los vasos ilíacos. El uréter se libera con el tejido graso que lo rodea, y que asegura su vascularización hasta la vejiga, donde se secciona. En la back-table, se coloca el riñón dentro de un recipiente llano que contiene suero helado. Se extiende y se examina para establecer un informe anatómico dibujando la vascularización del mismo. La misma técnica se repite con el otro riñón. Cada uno de ellos se sumerge en un contenedor estéril con 500 ml de suero a 4 °C, herméticamente cerrado y dentro de una doble bolsa de plástico. Después se conserva en hielo, en un cajón isotérmico.

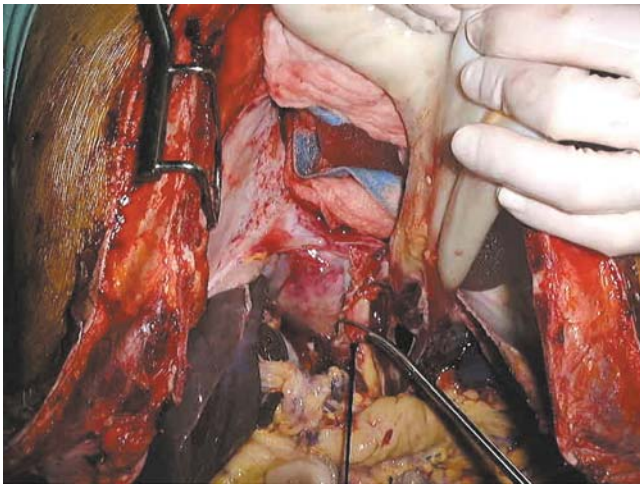
■ Vasos y ganglios

Se extraen las dos bifurcaciones arteriales ilíacas desde el origen de la ilíaca primitiva, hasta la arcada crural en el caso de la rama externa, y hasta el origen de las arterias glúteas en el caso de la rama interna. Cada vena ilíaca se extrae desde la arcada crural hasta el origen de la VCI. Se seccionan las ramas hipogástricas conforme van apareciendo a lo largo de su orificio de drenaje para facilitar su ligadura

ex-vivo. Hay que distribuir un injerto arterial y uno venoso tanto al equipo hepático como al pancreático. Deben conservarse en condiciones estériles en pequeños frascos herméticos con líquido de conservación y a 4 °C. Estos injertos son indispensables para la anastomosis de las arterias esplénica y mesentérica superior del injerto pancreático, o para el alargamiento de los vasos del pedículo hepático, en caso de que los lugares de implantación habituales del receptor sean impracticables. Deben extraerse muchos ganglios del mesenterio y conservarse en condiciones estériles en suero fisiológico. Estos ganglios, distribuidos entre los diferentes equipos, permitirán la realización de pruebas cruzadas (cross-match) entre linfocitos del donante y suero del receptor.

CIERRE

El cierre de los tegumentos debe ser minucioso. Se realiza una ligadura alrededor del origen del recto, colocando de nuevo el intestino delgado y el colon en la cavidad abdominal. El esternón se cierra con cuatro puntos de sutura con hilo de acero, y la aponeurosis de los músculos rectos del abdomen mediante sutura continua, con hilo grueso. La piel se cierra con una sutura continua con hilo fino, colocando una malla elástica a fin de mejorar aún más la



24 Sección de la aorta celiaca entre los pilares del diafragma, donde había sido pinzada; en algunos casos de difícil disección es posible seccionar la aorta por debajo de la ligadura, para poder introducir el índice de la mano izquierda y así facilitar la maniobra por el borde izquierdo de la aorta.



25 El hígado y el páncreas han sido extraídos. Sección longitudinal de la aorta para separar los orificios de las arterias derechas e izquierdas.

impermeabilidad parietal. El tórax y el abdomen se lavan y se secan antes de limpiar la herida. Se quitan todos los catéteres y sondas. Se ponen apósitos limpios y después, se traslada el cuerpo al tanatorio del hospital.

En el Cuadro I se resumen las fases que se realizan a nivel torácico y abdominal.

Casos especiales

DONANTE HEMODINÁMICAMENTE INESTABLE

Es una situación frecuente, ya que en estado de muerte cerebral la evolución natural conduce al deterioro hemodinámico progresivo. Este deterioro es consecuencia de la hipotermia, de la depleción de catecolaminas, del cese de secreción de hormona antidiurética y de la probable secreción de citocinas vasoplégicas, por parte de tejido cerebral necrosado. La administración de fármacos cardiotónicos y vasoconstrictores mejora la presión arterial, pero agrava la hipoperfusión tisular. El único medio para evitar la aparición de lesiones isquémicas irreversibles, es

acortar la fase de disección con el corazón aún latiendo, para refrigerar lo más rápido posible los órganos donantes y guardarlos de forma adecuada.

La incisión y la exposición de los campos torácico y abdominal son similares a las descritas anteriormente. A nivel torácico, lo primero que hay que hacer es abrir el pericardio, y dejarlo suspendido y a continuación, preparar los lugares de canulación. A nivel abdominal, hay que despegar el colon ascendente y la raíz del mesenterio. La parte baja de la aorta y el origen de la vena cava se exponen, se disecan y se canulan después de haber «heparinizado» al donante. La VMI no se canula, ya que el hígado se enfría mediante el paso de líquido desde el territorio esplácnico, y se drena a través de la aorta. Tampoco se diseca la aorta infradiaphragmática: ésta, al menos al inicio de la perfusión, se pinzará por encima del diafragma a través de la esternotomía. Dicha arteria se canula a nivel torácico y se inicia la perfusión. En esta situación, conocida por su dificultad, los cirujanos deben mantener la calma y dar prioridad a la refrigeración aórtica, el drenaje de los órganos a través de la cava y la refrigeración mediante hielo, que debe ser colocado lo más rápidamente posible. Esta técnica de «extracción rápida» debe ser practicada de manera sistemática por cirujanos experimentados, ya que la fase de disección bajo hipotermia resulta más difícil y el riesgo de sección accidental de vasos atípicos que no han podido ser localizados con el corazón latiendo, es mayor.

EXTRACCIÓN SIMULTÁNEA TOTAL DEL PÁNCREAS

El marco cólico se desplaza hacia abajo, fuera del campo quirúrgico. El páncreas y los riñones quedan completamente expuestos. El duodeno se secciona entre dos hileras de grapas (GIA 55), inmediatamente por encima del píloro, y a nivel del ángulo de Treitz, después de haber lavado la luz intestinal introduciendo por la sonda gástrica 150 ml de suero con povidona yodada (Fig. 26A). El pedículo mesentérico superior se liga con 3 o 4 hilos al borde inferior de D3, y a continuación se secciona. A este nivel nosotros realizamos una doble ligadura con nailon 0. Tomando como punto de apoyo el bazo, hay que desplazar la cola del páncreas hacia la derecha. El origen de la AMS se libera de su exceso linfático y se liga meticulosamente, ya que éste puede causar una linforrea considerable en el órgano donante al revascularizarlo. La AMS se secciona a ras de la aorta tras haber señalado uno de sus bordes pasando un hilo (Fig. 26B). No es necesario disecar un parche aórtico alrededor del orificio de la AMS, ya que posteriormente se realizará una plastia de alargamiento ex-vivo^[3]. Además, esta maniobra disminuiría de forma significativa, los fragmentos de aorta imprescindibles para las arterias renales. De este modo, el páncreas queda liberado.

Para realizar pruebas cruzadas hay que extraer algunos fragmentos de la parte convexa del bazo y conservarlos a 4 °C. El páncreas se introduce inmediatamente en un frasco estéril y hermético con 500 ml de líquido a 4 °C. El contenedor se cierra y se introduce en dos bolsas impermeables y estériles. El conjunto se introduce en otro contenedor isotérmico lleno de hielo, en el que puede permanecer durante unas quince horas.

EXTRACCIÓN PANCREÁTICA SEGMENTARIA

Solamente cambian algunos aspectos en la disección de los vasos del pedículo hepático después de la refrigeración: Una vez expuesta la vena porta, se introduce una pinza de Kelly en el plano no vascularizado, que la separa de la cara

Cuadro I. – Desarrollo quirúrgico de la extracción multiorgánica a nivel torácico y abdominal. Funciones de cada uno de los equipos «del corazón, del hígado y de los riñones». Las flechas indican los cambios de equipos.

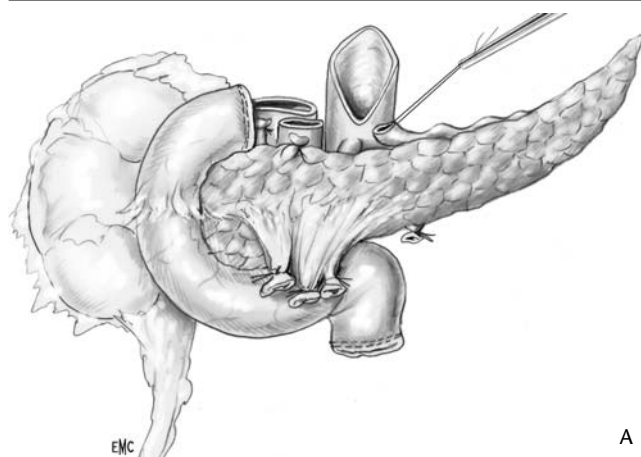
	Nivel torácico « Equipo del corazón »	Nivel abdominal	
		« Equipo del riñón »	« Equipo del hígado »
1		Incisión media, exploración, valoración de los riñones, acceso y control de los vasos retroperitoneales	
2			Valoración del hígado, control de la VMI lavado vesicular
3	Esternotomía, exploración, valoración del corazón, disección de los lugares de drenaje y de canulación		
4			Control de la aorta celiaca, canulación VP, AO, VCI
5	Introducción del trocar aórtico e inicio de la cardioplejía	Despinzamiento del drenaje de la vena cava, pinzamiento de la aorta celiaca, apertura de las vías de perfusión aórtica y porta, refrigeración por contacto	
6	Extracción del corazón		
7			Extracción del hígado
8		Extracción de los riñones	
9		Cierre	

posterior del istmo pancreático. Después se secciona éste con un bisturí, pasando lo más a la derecha posible, exponiendo la confluencia espleno-mesentérico-portal. Después, se retira la cánula portal y se liga la VMI en el borde inferior del páncreas. Finalmente, la vena esplénica se secciona cogiendo un parche de las venas mesentérica y porta.

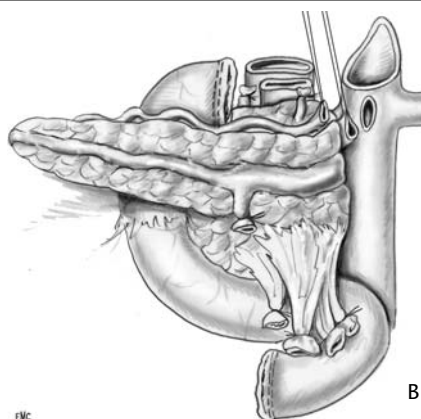
EXTRACCIÓN EN BLOQUE DEL HÍGADO Y DEL PÁNCREAS

En raras ocasiones se lleva a cabo con el objetivo de trasplantar los dos órganos a la vez. Actualmente, se preconiza la extracción en bloque del hígado y del páncreas, ya que ésta facilita la separación de los vasos comunes a ambos órganos [13, 14]. La disección del pedículo hepático, cuando se realiza con calma sobre una mesa separada del campo operatorio, sobre órganos protegidos por el frío y trabajando conjuntamente los dos cirujanos implicados,

permite un ambiente más sereno, que contribuirá a un reparto más equitativo. La disección del origen de la arteria esplénica del TC y de la AMS, se realiza lo más cerca posible de la arteria hepática común. De esta manera, se dota a estos vasos una longitud y un calibre próximos a los reales, lo que asegura una correcta sección. Las fases siguen siendo las mismas hasta el final de la fase torácica. Aquí no se accede al pedículo hepático in situ y el duodeno se secciona por debajo del píloro y del ángulo de Treitz. Después, el pedículo mesentérico superior se liga y se secciona por el borde inferior del páncreas. La vena cava infrahepática se secciona por el borde superior de las venas renales y se recorta seguidamente un collarite diafragmático alrededor del orificio de la vena cava suprahepática. El hígado y la vena cava retrohepática, se despegan del plano posterior, pasando a la derecha de la glándula suprarrenal derecha. La tercera porción del duodeno hacia arriba se desplaza y se detiene la perfusión aórtica; después, la aorta se secciona



A



B

26 Extracción total del páncreas.

A. Aislamiento duodenal y control de la arteria esplénica en su origen.

B. Desplazamiento de la cola del páncreas hacia la derecha y control de la arteria mesentérica superior en su origen.

por el borde inferior de la AMS, de forma muy oblicua, para alejarse todo lo posible de las arterias renales. A continuación, se extrae la aorta suprayacente de abajo a arriba, justo por encima del TC. Esta maniobra se realiza mejor por el lado izquierdo, ya que este lado queda expuesto si se desplaza la cola del páncreas hacia la derecha. La perfusión mesentérica inferior puede mantenerse hasta la apertura, ex-vivo, de la vena porta.

EXTRACCIÓN AISLADA DE LOS RIÑONES

Se ha convertido en algo excepcional.

La vía de acceso es por medio de una incisión cruciforme: incisión xifopúbica que cruza transversalmente por encima del ombligo. La disección, con el corazón aún latiendo, conlleva sucesivamente: separación del colon ascendente y de la raíz del mesocolon transversal, seguida de la separación de la fascia de Treitz, y del colon descendente, la preparación de los lugares de canulación aórtica y el drenaje de la cava; y finalmente la preparación del lugar de pinzamiento aórtico, por encima de la arteria mesentérica, para delimitar la perfusión refrigerante al territorio renal. Para realizar este gesto, el paquete digestivo se envuelve en un campo húmedo, mientras que el asistente lo sujeta con la ayuda de un separador de Leriche. La AMS, tensada verticalmente, se palpa en el borde superior de la vena renal izquierda. Una vez liberada de su exceso fibroso, se secciona entre dos ligaduras gruesas. Los pilares del diafragma, que a este nivel bordean la aorta, se cargan progresivamente sobre un disector y se seccionan con bisturí eléctrico. Así, es posible disecar la aorta a una buena distancia de la AMS y se rodea con un lazo en espera de ser pinzada. Durante esta maniobra, hay que tener en cuenta que puede existir una arteria renal polar superior por encima de la implantación de la AMS.

Después de la refrigeración in situ, la extracción monobloque de los dos riñones se realiza como se ha descrito anteriormente, después de haber reintroducido el riñón izquierdo «en la cavidad peritoneal», a través de una incisión en el mesocolon izquierdo.

EXTRACCIÓN PULMONAR ASOCIADA

A menudo, los dos pulmones y el corazón se extraen en un solo bloque. Se utilizarán tal cual, o se separarán ex-vivo, en una back-table, en corazón y bloque bipulmonar o en corazón y dos pulmones por separado. El procedimiento se integra perfectamente dentro de la extracción multiorgánica ya descrita. Sólo varían algunas fases de la disección a nivel torácico.

■ Incisión

Los campos quirúrgicos se colocan de manera que permitan que la incisión torácica media sobrepase tres dedos la escotadura esternal. Hasta el final de la preparación de los órganos donantes y de los lugares de canulación abdominales hay que respetar la integridad de las pleuras. La separación esternal debe ser moderada y la sección de las cúpulas diafragmáticas, izquierda y derecha, sólo de algunos centímetros.

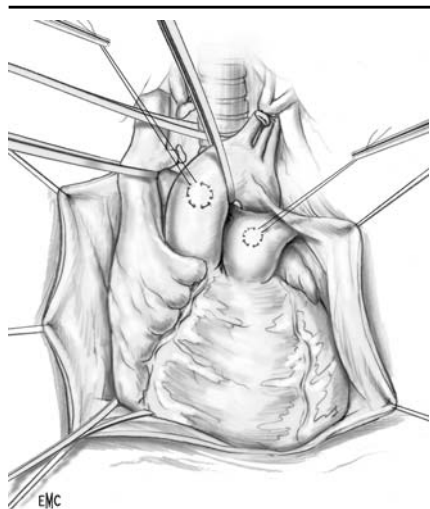
■ Valoración de los pulmones, preparación de los lugares de canulación y refrigeración

La valoración de la calidad del pulmón, a través del estudio de los antecedentes del donante, de las transfusiones recibidas, de la duración de la intubación, de la radiografía

del tórax y de la gasometría se lleva a cabo durante el preoperatorio. Horas antes de la extracción, se realiza una fibroscopia con el fin de detectar una posible supuración bronquial o un síndrome tumoral, que obligaría a rechazar los órganos. Si este estudio previo no se ha realizado, debe llevarse a cabo en el perioperatorio. La evaluación perioperatoria de los pulmones permite validar definitivamente la extracción pulmonar, y poner en marcha el procedimiento quirúrgico en el receptor. El pericardio se abre verticalmente, desde la raíz de la aorta hasta la punta del corazón y se deja en suspensión con ayuda de dos pinzas móviles. Se seccionan el tronco venoso innominado y el TABC entre dos ligaduras (para lo que se necesita un catéter arterial radial izquierdo o femoral y vías venosas de llenado para la parte derecha) (Fig. 27). Se abren las dos pleuras con bisturí eléctrico, lo que permite inspeccionar minuciosamente los pulmones en busca de una atelectasia, una contusión o un edema pulmonar. Se disecciona la VCS y se deja preparada con dos hilos que se anudarán posteriormente. La VCI se rodea con un lazo, como se ha descrito con anterioridad. La vena ácigos se secciona entre dos ligaduras. Hay que separar la aorta ascendente de la arteria pulmonar con el fin de permitir su pinzamiento selectivo. Finalmente, se aísla la tráquea lo más arriba posible, evitando una posible disección inoportuna que pueda dañar su vascularización. Se confeccionan dos «bolsas» de hilo vascular sobre el tejido de la aorta ascendente y sobre el tronco de la arteria pulmonar respectivamente, para permitir la sujeción de las cánulas de cardioplejia y neumoplejia. Después de una cuidadosa purga de vías de cardioplejia y neumoplejia, la aorta ascendente y la arteria pulmonar se canulan por el centro de cada bolsa, con la ayuda de una aguja de cardioplejia. El extremo de la cánula pulmonar se conecta a una llave en Y. En uno de sus brazos, se conecta la vía de perfusión del líquido de refrigeración, después de haber verificado que no contiene burbujas de aire y que continúa pinzada. En el otro brazo de la Y, se conecta una perfusión de vasodilatadores (prostaglandina E), que se administra en el territorio arterial pulmonar durante los segundos anteriores a la neumoplejia. No se realiza ningún procedimiento suplementario más. Cuando todos los equipos están preparados, puede comenzar la refrigeración in situ. A nivel torácico, deben encadenarse con rapidez las siguientes fases: perfusión en la arteria pulmonar de la solución vasodilatadora, pinzamiento de las venas cava superior e inferior, pinzamiento de la aorta, puesta en marcha simultánea de la cardioplejia y la neumoplejia, sección de la VCI por debajo y a ras de la pinza y apertura de la orejuela izquierda, seccionando la punta de la aurícula. La difusión parenquimatosa de la solución utilizada se ve favorecida por el mantenimiento de una ventilación con volumen y frecuencia bajos, durante el lavado refrigerante y hasta el momento de la sección traqueal. Contrariamente a la perfusión cardíaca, la perfusión pulmonar se efectúa por acción de la gravedad, para evitar así los barotraumatismos capilares y la apertura de comunicaciones vasculares intraparenquimatosas. Mientras que los pulmones se lavan y enfrían con una cantidad de líquido de conservación que oscila entre uno y dos litros, se rocían con suero helado que se renueva regularmente.

■ Extracción del bloque corazón-pulmón

Se inicia por la sección alta de la tráquea (después de haber quitado el tubo de intubación) entre dos hileras de grapas (TA 30). Prosigue con la sección del tejido peritraqueal, rico en elementos vasculares, que hay que cerrar mediante clips, y después con la sección de la VCS entre dos ligaduras. A



27 Extracción del bloque corazón-pulmón: Control de la tráquea, de la aorta y de la vena cava inferior (confección de dos «bolsas» de canulación: una sobre la aorta y otra sobre la arteria pulmonar).

partir de este momento, se pueden utilizar dos técnicas, dependiendo de si es necesario preservar las arterias bronquiales con miras a una revascularización programada (trasplante cardiopulmonar o bipulmonar monobloque) o no (trasplante unipulmonar). Las arterias bronquiales nacen de la aorta en la región del istmo, su número es variable (de 1 a 3 arterias) y sus orificios se sitúan en la cara lateral derecha de la aorta. Están en estrecha relación con el esófago y las destinadas al bronquio derecho describen un trayecto retroesofágico. Además, presentan numerosas anastomosis pericarinales en la región situada bajo la concavidad aórtica. Si se quiere respetarlas es necesaria una extracción «amplia»: mediante sección esofágica entre dos hileras de grapas (TA 30), en vertical a la sección traqueal y despegamiento del mediastino, pasando por el plano del ligamento prevertebral y siguiendo lateralmente hasta los surcos paravertebrales. Este despegamiento se realiza distalmente hasta las inserciones diafragmáticas. A continuación se secciona la aorta torácica y el esófago y se termina la liberación de los órganos torácicos con la sección de los ligamentos triangulares, del pericardio sobre su línea de reflexión del diafragma y de la VCI a ras de este músculo. Cuando no es necesario preservar las arterias bronquiales, el despegamiento del mediastino se realiza entre el plano traqueobronquial y el esófago. El cayado de la aorta se secciona por debajo del TABC. La disección se continúa por detrás de los dos pedículos pulmonares y por delante de la aorta torácica descendente para continuar más abajo, por detrás del saco pericárdico hasta su reflexión diafragmática, que finalmente se secciona. La liberación baja del bloque cardiopulmonar se realiza como ya se ha descrito. De este modo, el bloque cardiopulmonar extraído, puede colocarse en un contenedor de transporte. En el centro de trasplantes se preparará inmediatamente antes del implante (hemostasia, linfostasia, extirpación (stripping) del esófago, preparación del collarite aórtico con los orificios bronquiales de cara a una revascularización programada). En otros casos, el bloque se lleva a la back-table y se coloca en un recipiente amplio, lleno de suero helado, donde se separa el corazón de los pulmones.

■ Separación ex-vivo del corazón y los pulmones

Separación del corazón

En esta etapa los dos equipos colaboran conjuntamente. En la separación del corazón es fundamental preparar un parche de orejuela alrededor de los orificios de las venas pulmonares, necesario para el trasplante pulmonar, pero lo

suficientemente pequeño como para no dañar el corazón. Para realizar esta operación, hay que comenzar abriendo la orejuela izquierda por la izquierda, a la misma distancia de las dos venas pulmonares ipsilaterales y del surco auriculoventricular. La separación de cada uno de los bordes permite visualizar los orificios venosos, y recortar con total seguridad un colgajo auricular. El tronco de la arteria pulmonar se secciona en el origen de sus ramas derecha e izquierda, después de haber liberado con cuidado el techo de la orejuela izquierda.

Separación de los pulmones

Únicamente se realiza si el trasplante es unipulmonar y, en la mayoría de los casos, una vez que el equipo de extracción está de nuevo en su hospital. Se corta el colgajo auricular a la misma distancia de los orificios venosos derechos e izquierdos. Las arterias pulmonares de ambos lados se seccionan en su origen. Los bronquios principales derecho e izquierdo se seccionan lo más proximalmente posible ya que serán recortados de nuevo en el momento del trasplante. Los pulmones se introducen en una bolsa de plástico, hermética y estéril, y se sumergen en solución de conservación a 4 °C, evitando, obviamente, el contacto directo de los órganos con el hielo. Esta primera bolsa se introduce en otra o en otras dos bolsas estériles, y después, todo ello se coloca en un contenedor isotérmico con hielo.

EXTRACCIÓN INTESTINAL ASOCIADA

A pesar de que su indicación es todavía limitada, los recientes éxitos obtenidos en el niño ^[10], al igual que en el adulto ^[11], permite intuir que el trasplante de intestino delgado constituirá pronto una terapéutica eficaz en los síndromes de intestino delgado corto. La disección con el corazón aún latiendo se realiza delimitando el territorio vascular del segmento intestinal a extraer, y que varía según los equipos entre 1,5 m de intestino delgado proximal ^[12] a la totalidad del íleon y el yeyuno ^[5]. Después del lavado y la refrigeración, en la extracción del intestino delgado se realizan los siguientes pasos de forma sucesiva: se diseccionan los elementos del pedículo mesentérico superior a ras del borde inferior de la tercera porción del duodeno; el tejido fibrolinfático se liga y se secciona paso a paso, la arteria y la vena mesentéricas superiores se disecan y se seccionan por encima de una ligadura fuerte; se realiza la sección proximal del yeyuno y la distal de la luz digestiva, entre dos hileras de grapas (GIA), después de haber extraído con suavidad su contenido exprimiéndolo hacia abajo. Es deseable la descontaminación intestinal ex-vivo mediante el lavado de su luz con una solución helada de antibióticos y antifúngicos ^[12]. El intestino se conserva de la misma manera que los órganos hepáticos, pancreáticos o renales: sumergiéndolo en líquido helado y en un contenedor protegido por dos bolsas de plástico estériles.

EXTRACCIÓN EN BLOQUE DE LOS ÓRGANOS INTRAPERITONEALES

El conjunto de los órganos destinado a ser trasplantado «en racimo», está constituido por el hígado, el páncreas, el duodeno y un segmento digestivo que incluye el estómago, el íleon y el yeyuno, al que a veces se asocia el colon ^[17]. Un trasplante de tal calibre, aunque excepcional, tiene una clara indicación: enfermos con una cirrosis biliar secundaria a nutrición parenteral. El pedículo aferente está constituido por el eje celiacomesentérico superior que se implanta sobre un único parche aórtico. El pedículo eferente está

constituido por las venas hepáticas y la VCI adyacente al hígado. Esta extracción no impide ni la extracción de órganos torácicos, ni la extracción renal asociada.

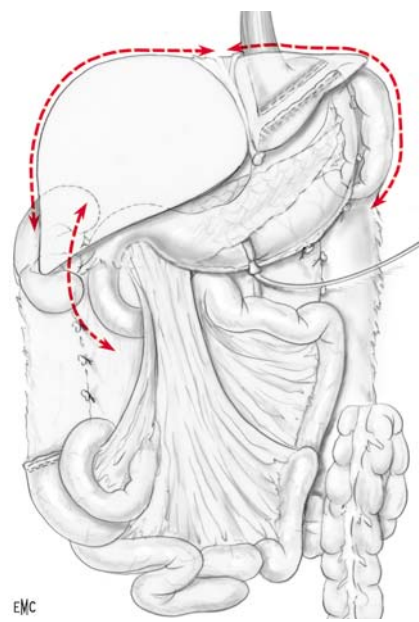
■ Preparación de los órganos donantes y canulaciones

En las horas previas a la extracción, se administra una solución de descontaminación intestinal digestiva a través de una sonda nasogástrica. Algunos equipos preconizan la inyección intravenosa de una dosis de anticuerpos monoclonales anti-CD3, con la esperanza de reducir la antigenicidad del intestino y el riesgo de enfermedad de injerto contra huésped ^[17] después del trasplante. La vía de acceso sigue siendo la misma: una esternolaparotomía media. A nivel abdominal la preparación de los órganos y de los lugares de canulación es prácticamente idéntica a la que ya se ha descrito. Ésta consta de: exposición de los grandes vasos retroperitoneales y preparación de los lugares de canulación aórtica y cava; canulación de la VMI; disección de la aorta celiaca para preparar el pinzamiento a nivel abdominal, abriendo el epiplón menor a lo largo de la curvatura menor del estómago y del borde derecho del esófago. La apertura del ligamento gastroesplénico y la liberación de la gran tuberosidad permiten mantenerse a distancia de una posible arteria hepática izquierda. A continuación, se aspira el estómago, se retira la sonda nasogástrica y se secciona el cardias entre dos hileras de grapas. Cuando el colon no se extrae, el marco cólico se descuelga hasta el sigmoide y el íleon se secciona en su parte distal entre dos hileras de grapas, después de haber exprimido el contenido hacia abajo. El bazo y la cola del páncreas se despegan del plano posterior hasta el lado izquierdo de la aorta. Todas las vísceras intrabdominales se refrigeran desde la aorta y la VMI con 5-6 litros de solución UW.

EXTRACCIÓN

La extracción del bloque multivisceral se realiza después de la de los órganos intratorácicos (Fig. 28).

Hay que recortar un collar de diafragma alrededor del orificio intrapericárdico de la VCI. A la derecha, ese collar incluye el ligamento triangular derecho y se prolonga hasta la vena cava infrahepática pasando por la suprarrenal derecha. El intestino delgado se envuelve en un campo húmedo y frío, y se levanta con las dos manos para exponer los grandes vasos retroperitoneales. La vena cava se secciona por encima de las venas renales. La necesidad de conservar un parche de aorta alrededor de los orificios de la AMS y del TC, exige un perfecto control sobre las arterias renales. Para realizar esto hay que detener la perfusión aórtica, seccionar la vena renal izquierda por su extremo



28 Extracción en bloque de los órganos intraperitoneales.

distal y desplazarla hacia la derecha. A continuación hay que abrir la cara anterior de la aorta longitudinalmente, justo por su centro. Esta sección, realizada de abajo a arriba, llega hasta un centímetro por debajo del origen de la AMS y prosigue lateralmente, a derecha e izquierda, pasando justo entre ella y las arterias renales, de las que se pueden ver claramente los orificios a través de la luz aórtica. La mejor forma de acondicionar para el transporte este conjunto de órganos de grandes dimensiones, es envolviéndolo sucesivamente en tres bolsas estériles de plástico (tipo bolsa para intestino delgado) y sumergirlo en líquido de conservación frío. Finalmente, se coloca en una caja isotérmica y se recubre con hielo picado.

Conclusión

La extracción multiorgánica es una intervención quirúrgica muy protocolizada, fácil – «un ejercicio de disección»– porque se realiza sobre un organismo que, en principio, se encuentra libre de enfermedades previas. Las dificultades se asocian a cuatro factores que pueden combinarse: la inestabilidad hemodinámica del donante, que obliga a actuar muy deprisa para evitar una isquemia caliente cuyas consecuencias son catastróficas; las variantes anómalas de distribución arterial, especialmente hepática y renal, que conllevan un riesgo de daño vascular accidental; los fallos de asepsia, favorecidos por el gran número de equipos implicados y sus incasantes idas y venidas, y los «incidentes fronterizos» que a veces pueden surgir entre diferentes equipos y que desaparecen cuando cada actor conoce y respeta las necesidades de los otros.

Bibliografía

- [1] Abu-Elmagd K, Reyes J, Bond G, Mazariegos G, Wu T, Murase N et al. Clinical intestinal transplantation: a decade of experience at a single center. *Ann Surg* 2001 ; 234 : 404-416
- [2] Adam R, Reynes M, Johann M, Morino M, Astarcioğlu I, Kafetzis I et al. The outcome of steatotic grafts in liver transplantation. *Transplant Proc* 1991 ; 1 : 1538-1540
- [3] Bechstein WO, Reed AL, Sollinger HW. Alternative technique of pancreas graft arterialization. *Clin Transplant* 1992 ; 6 : 67-68
- [4] Bittard H, Benoit G, Ecoffey C, Bensadoun H, Moukarzel M, Bellamy J et al. Renal allograft arterial blood flow study between University of Wisconsin and Eurocollins perfused kidneys. *Transplant Proc* 1990 ; 22 : 390-391
- [5] Cohen Z, Silverman RE, Wassef R, Levy GA, Burnstein M, Cullen J et al. Small intestinal transplantation using cyclosporine. Report of a case. *Transplantation* 1986 ; 42 : 613-621
- [6] Couinaud C. L'artère hépatique. In : Couinaud C ed. Le foie. Etudes anatomiques et chirurgicales. Masson et Cie. Paris, 1957 : 146-186
- [7] Etablissement français des greffes. Rapport d'activité et bilan des activités de prélèvement et de greffe en France 2000 ; novembre 2001
- [8] Gott JP, Pan-chih C, Dorsey LM, Cheung EH, Hatcher CR Jr, Guyton RA. Cardioplegia for transplantation : Failure of extracellular solution compared with Stanford or UW solution. *Ann Thorac Surg* 1990 ; 50 : 348-354
- [9] Noirclerc M, Zimmermann JM, Guidicelli R et al. Prélèvement des poumons. In : Nivet H ed. Les prélèvements d'organes pour la transplantation. Doin, Paris, 1991 : 249-256
- [10] Nucci AM, Barksdale EM Jr, Beserock N, Yaworski JA, Iurlano K, Kosmach-Park B et al. Long-term nutritional outcome after pediatric intestinal transplantation. *J Pediatr Surg* 2002 ; 37 : 460-463
- [11] Olthoff KM, Millis JM, Imagawa DK, Nuesse BJ, Derus LJ, Rosenthal JT et al. Comparison of UW solution and Euro-Collins solutions for cold preservation of human liver grafts. *Transplantation* 1990 ; 49 : 284-290
- [12] Ricour C, Revillon Y, Arnaud-Battandier F et al. Successful small bowel allografts in piglets using cyclosporine. *Transplant Proc* 1983 ; 15 : 3019-3026
- [13] Sollinger HW, Vernon WB, D'Alessandro AM, Kalayoglu M, Stratta RJ, Belzer FO. Combined liver and pancreas procurement with belzer-UW solution. *Surgery* 1989 ; 106 : 685-691
- [14] Soufflet JP, De Ville De Goyet J. Combined liver-pancreas transplantation. *Clin Transplantation* 1991 ; 12 : 342-343
- [15] Southard JH, Belzer FO. Seventy-hours preservation of the canine pancreas. *Transplantation* 1987 ; 43 : 5-8
- [16] Starzl TE, Hakala TR, Shaw BW Jr, Hardesty RL, Rosenthal TJ, Griffith BP et al. A flexible procedure for multiple cadaveric organ procurement. *Surg Gynecol Obstet* 1984 ; 158 : 223-230
- [17] Starzl TE, Rowe MI, Todo S, Jaffe R, Tzakis A, Hoffman AL et al. Transplantation of multiple abdominal viscera. *JAMA* 1989 ; 261 : 1449-1457

