



CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugia



Transección de órganos sólidos. Cirugía abierta y laparoscópica

Julio Santoyo*, Miguel Ángel Suárez, José Luis Fernández Aguilar, José Antonio Pérez-Daga, Belinda Sánchez-Pérez, Antonio González-Sánchez, Joaquín Carrasco, Antonio Álvarez y Alberto Titos

Servicio de Cirugía General, Digestiva y Trasplantes, Hospital Regional Universitario Carlos Haya, Málaga, España

R E S U M E N

Palabras clave:

Coagulación bipolar
CUSA
Digitoclasia
Disector armónico
Hepatectomía
Radiofrecuencia
Transección hepática

Los avances recientes en la cirugía hepática han contribuido a que la mortalidad tras las hepatectomías sea inferior al 5% en la mayoría de las unidades especializadas en cirugía HPB. Posiblemente, el factor aislado más importante que ha contribuido a esta mejora de resultados ha sido la reducción de la hemorragia intraoperatoria durante la transección del parénquima hepático. La transección hepática es la parte de la operación más comprometida debido al riesgo de que se pueda producir una hemorragia masiva. Algunos avances tecnológicos y refinamientos de la técnica quirúrgica han contribuido a hacer más segura esta fase crítica de la cirugía hepática. De estos avances, los más notables son el conocimiento detallado de la anatomía quirúrgica del hígado, las técnicas de control vascular y los métodos de transección del parénquima hepático. En esta revisión se describen cuáles son las técnicas actuales de transección, así como sus ventajas e inconvenientes. Hasta que no exista una evidencia muy sólida sobre el mejor método, la elección de una técnica y un instrumento para la transección hepática depende fundamentalmente de la preferencia personal del cirujano. No obstante, algunos factores pueden influir en la selección de un método u otro, tales como la experiencia del cirujano, el manejo anestésico, el tipo de hepatectomía (central, periférica), el tipo de abordaje (abierto, laparoscópico), la calidad del hígado (normal, cirrótico, esteatósico) y la propia disponibilidad de los instrumentos en el centro.

© 2009 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Solid organ transection. Open and laparoscopic surgery

A B S T R A C T

Keywords:

Bipolar coagulation
CUSA
Digitoclasia
Harmonic dissector
Hepatectomy
Radiofrequency
Liver transection

Recent advances in liver surgery have reduced post-hepatectomy mortality to less than 5% in most units specialized in hepato-pancreatic-biliary surgery. Possibly, the single most important factor contributing to these improved results has been the reduction in intraoperative bleeding during liver parenchymal transection. Liver transection is the most risky part of the intervention due to the risk of massive hemorrhage. Some technological advances and refinements to the surgical technique have contributed to making this critical phase of liver surgery safer. Among these advances, the most notable are detailed knowledge of the surgical anatomy of the liver, vascular control techniques and methods

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: julio.santoyo.ssapa@juntadeandalucia.es (J. Santoyo).

0009-739X/\$-see front matter © 2009 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

of liver parenchymal transection. The present review describes current transection techniques, as well as their advantages and disadvantages.

Until there is solid evidence on the best method, the choice of technique and instrument for liver transection depends mainly on the surgeon's personal preference. Nevertheless, some factors can influence the choice of method, such as the surgeon's experience, anesthetic management, type of hepatectomy (central, peripheral), type of approach (open, laparoscopic), quality of the liver (normal, cirrhotic, steatotic) and the availability of the instruments in the center.

© 2009 AEC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Dentro de la cirugía de los órganos sólidos, la cirugía hepática es en la que se han logrado los mayores avances técnicos relacionados con la transección de parénquimas. Por lo tanto, en esta revisión nos centraremos en las técnicas y la tecnología aplicada a la transección durante las hepatectomías.

En las últimas décadas ha habido un avance espectacular en la cirugía hepática. De hecho, la mortalidad de las hepatectomías ha disminuido del 10-20% en la década de los ochenta hasta cifras inferiores al 5% actualmente en la mayoría de las unidades especializadas en cirugía HPB¹. Posiblemente, el factor aislado más importante que ha contribuido a esta mejoría de resultados ha sido la reducción de la hemorragia intraoperatoria durante la transección del parénquima hepático. Dicha reducción del sangrado y de los requerimientos transfusionales perioperatorios ha tenido un gran impacto no sólo sobre la menor morbilidad inmediata, sino también sobre la recurrencia tumoral a largo plazo^{2,3}.

La transección hepática es la parte de la operación más comprometida debido al riesgo de que se produzca una hemorragia masiva. Algunos avances tecnológicos y refinamientos de la técnica quirúrgica han contribuido a hacer más segura esta fase crítica de la cirugía hepática. Es evidente que existen otros factores que influyen sobre los resultados finales, como una mejor selección de los pacientes, un correcto manejo anestésico y unos cuidados postoperatorios adecuados; sin embargo, los resultados inmediatos van a depender de forma decisiva de la hemorragia y de la estabilidad hemodinámica intraoperatoria. Por otro lado, la cirugía hepática no sólo es cada día más frecuente sino que también es más compleja, ya que las resecciones hepáticas son más extremas y se realizan sobre órganos patológicos (cirrosis, esteatosis o esteatohepatitis por quimioterapia, colestasis, etc.). Asimismo, se ha dado un paso más y los avances técnicos están permitiendo que la cirugía hepática se esté incorporando de forma creciente a la cirugía de mínimo acceso (laparoscópica)⁴. La seguridad y tranquilidad alcanzadas en los últimos años en la cirugía hepática convencional (abierto) han desaparecido con la cirugía laparoscópica, obligando una vez más al cirujano a reiniciarse en una actividad con retos técnicos nuevos y diferentes.

Una descripción completa de las técnicas de resección hepática va más allá del objetivo de esta revisión, que se centrará únicamente en la fase de la transección hepática. Sin embargo, es necesario conocer algunos avances técnicos que

son imprescindibles para realizar la transección parenquimatosas de una forma segura y sin sangre. Éstos son fundamentalmente dos. En primer lugar, un conocimiento detallado de la anatomía hepática (anatomía segmentaria de Couinaud), complementado con los avances en técnicas de imagen preoperatorias (tomografía computarizada, resonancia magnética, modelos tridimensionales virtuales del hígado, etc.) e intraoperatorias (ecografía). Ello permite delinear el plano correcto de la transección, evitando sacrificar o lesionar estructuras vasculares y biliares, y ocasionar áreas isquémicas o hemorragias masivas. Este conocimiento detallado de la anatomía, así como otros logros técnicos derivados del área del trasplante hepático, han posibilitado incorporar nuevos recursos técnicos como la *hanging manoeuvre*. Y en segundo lugar, las técnicas de control vascular. La técnica más simple, utilizada y eficaz de control vascular es la oclusión del pedículo hepático mediante un *clamp* o torniquete (Pringle). Oclusiones de 15-20 min, con despinzamientos de 5 min, son muy bien toleradas y tienen poco impacto sobre la función hepática postoperatoria. En centros con mucha experiencia quirúrgica y anestésica en cirugía hepática, la transección se puede realizar sin maniobra de Pringle con escaso sangrado. Para ello, un aspecto clave es el manejo anestésico, que debe conseguir que la presión venosa central (PVC) esté por debajo de 5 mmHg, para evitar la hemorragia retrógrada a partir de las venas hepáticas. En algunos pacientes, dependiendo de la calidad del hígado (los hígados patológicos como el cirrótico, el esteatósico o colestásico toleran peor la isquemia), de la situación de los tumores (centrales o periféricos) o del tipo de resección que deba realizarse (hepatectomía limitada, mayor o menor), será necesario efectuar otras técnicas de control vascular como la oclusión segmentaria, la oclusión hemihepática o la exclusión vascular total con o sin preservación del flujo por la cava. El papel de las técnicas de preconditionamiento isquémico para mejorar la tolerancia del hígado a la isquemia y minimizar los efectos de la isquemia-reperusión no está totalmente definido en la actualidad.

Técnicas de transección hepática

Existen varias técnicas e instrumentos para llevar a cabo la sección del parénquima hepático, y el uso de una u otra, o una combinación de las mismas, depende de la experiencia y la preferencia personal del cirujano más que de evidencias científicas sólidas de la superioridad de una técnica sobre

otra⁵. El hecho de que existan muchas técnicas de transección es reflejo de la ausencia de una ideal y de la búsqueda incesante del instrumento perfecto. El cirujano hepático debe conocer todas las posibilidades y las ventajas de cada técnica, y aplicarla de forma adaptada al paciente, al tipo de resección o al tipo de abordaje (abierto o laparoscópico).

Todos los dispositivos de corte, fragmentación y coagulación emplean energía mecánica (aplastamiento, cavitación, presión), electrotérmica (desnaturalización de proteínas, deshidratación, vaporización) o ultrasónica (desnaturalización proteica, calor). Es importante conocer que en los tejidos sometidos a temperaturas entre 50 y 100 °C las proteínas se desnaturalizan, lo que produce la fragmentación y coagulación; por encima de los 100 °C se produce una deshidratación y vaporización tisular, y a temperaturas superiores a los 150 °C se induce carbonización y formación de escaras. Unos dispositivos son más adecuados para realizar el corte del parénquima y otros son más útiles para la coagulación del mismo, por lo que frecuentemente se necesitará utilizarlos de forma combinada.

1. *Digitoclasia y kellyclasia han sido las técnicas clásicas más empleadas de sección hepática*⁶. En el parénquima sano es una técnica muy eficaz y rápida, ya que fractura el parénquima dejando las estructuras vasculares y biliares visibles para su ligadura individual, coagulación o aplicación de clips. En muchos centros es aún la técnica más empleada, por su rapidez, seguridad y bajo coste. De hecho, algunos estudios comparativos con otras técnicas han demostrado su superioridad (v. más adelante). Su principal limitación es que no es tan eficaz en hígados patológicos (cirróticos, esteatósicos o colestásicos) y que requiere una mayor destreza quirúrgica y un manejo anestésico muy experto (PVC muy baja).
2. *Coagulación monopolar*. El bisturí eléctrico monopolar es útil para cortar y coagular los primeros milímetros de parénquima, antes comenzar la transección en profundidad y para coagular pequeños vasos disecados con otras técnicas como la kellyclasia, CUSA, etc. Por sí sola, es una técnica insuficiente para realizar la sección completa del parénquima.
3. *Coagulación bipolar*. Realizada con una pinzas finas convencionales con una de las ramas irrigadas con suero salino (evita la formación de escaras), es una técnica útil asociada a otras como el CUSA o hidrojet. Es más lenta, pero permite una coagulación de pequeños vasos (< 1-2 mm) y una sección muy hemostática del parénquima. Actualmente está siendo sustituida por otros sistemas hemostáticos más modernos.
4. *Coagulación con gas de argón*. Este dispositivo es un bisturí eléctrico monopolar que genera un chorro de argón en el que se crea un plasma ionizado mediante electricidad, produciendo una fulguración muy superficial. Es muy útil para la hemostasia del lecho de transección y permite usarlo en superficies frágiles como la pared venosa. Su uso en laparoscopia es más limitado ya que el gas generado puede aumentar mucho la presión intraabdominal. Existe un dispositivo especial para su uso laparoscópico que permite su utilización de forma segura.
5. *Disector ultrasónico o CUSA (del inglés cavitron ultrasonic surgical aspirator)*. Su acción se basa en la cavitación del agua contenida en los tejidos, mediante un sistema de vibración de alta

frecuencia. Esto hace que los tejidos ricos en agua se fragmenten (hepatocitos) y se preserven los ricos en colágeno (vasos, conductos biliares). Un sistema de aspiración elimina los restos celulares y la sangre, dejando disecados los vasos para su ligadura, coagulación o clipaje independiente. Es uno de los métodos más eficaces, precisos y extendidos, y es útil tanto para tejido hepático normal como patológico (modificando los parámetros de frecuencia, amplitud y aspiración). Es particularmente útil para la disección del parénquima cerca de los pedículos portales y de los troncos de las venas hepáticas. Su uso combinado con la coagulación bipolar o con la monopolar (Tissuelink®) es muy útil, y es la técnica estándar usada en muchos centros⁷, incluido el de los autores.

Hidrojet. Este sistema emplea un microchorro de agua a alta presión que fragmenta el parénquima dejando intactos los vasos y conductos biliares para su ligadura o coagulación aislada. Incorpora además un sistema de aspiración para el exceso de líquido y sangre. Existe un dispositivo más innovador que genera una rotación del chorro (*jet*) de agua optimizando la fragmentación (*Helix Hydrojet*®). Una ventaja sobre otros dispositivos de corte es que no produce daño térmico tisular. Sin embargo, a pesar de sus teóricas ventajas, no es un sistema muy extendido entre las unidades de cirugía hepática. Al igual que ocurre con el CUSA, es un sistema más lento y existe el riesgo potencial, aunque clínicamente poco relevante, de embolismo aéreo. Existen modelos tanto para cirugía abierta como laparoscópica.

6. *Disector monopolar de radiofrecuencia (Tissuelink®)*. Este instrumento emplea energía de radiofrecuencia a través de un electrodo monopolar por el que fluye un goteo continuo de suero salino. Este fluido difunde la energía, aumentando la superficie de calor e impide que la temperatura ascienda por encima de los 100 °C, con lo que se evita la formación de escaras. Es un sistema muy eficaz, que coagula vasos de 1-3 mm, sobre todo asociado a otras técnicas de disección como el CUSA, hidrojet, etc. Debido al calor que genera tanto en el parénquima como con el propio suero que gotea, hay que tener cuidado con su uso cerca de pedículos biliares importantes y debe protegerse el campo con gasas para evitar lesiones térmicas intestinales. Existen dispositivos romos (*floating ball* y *dissecting sealer*) y otro de gancho (*sealing hook*), muy útil para cirugía laparoscópica.
7. *Disector armónico (Ultracision®)*. Este dispositivo utiliza una vibración de alta frecuencia (> 55 kHz) que provoca una desnaturalización de proteínas y calor en el tejido (50-100 °C), produciendo fragmentación y coagulación de vasos de 3-5 mm. Las principales ventajas son que no emplea electricidad, provoca poco daño térmico, poca escarificación y ausencia de humo. Los principales inconvenientes son un mayor riesgo de fistulas biliares y una eficacia menor cerca de pedículos vasculares grandes. Es un sistema muy empleado en las hepatectomías por laparoscopia y es eficaz en el hígado cirrótico.
8. *Coagulación-sellado bipolar (Ligasure®)*. Se trata de un dispositivo de coagulación eléctrica bipolar de alta intensidad y bajo voltaje, que produce un sellado de los vasos mediante la retracción de la matriz de colágeno y elastina. Produce poca difusión térmica lateral (< 1,5 mm) y es capaz de sellar vasos hasta 7 mm. Existen diferentes aparatos para uso abierto

y laparoscópico, y los modelos más recientes incorporan un sistema de corte una vez producido el sellado (Ligasure Atlas®). Este sistema ha tenido más implantación en la cirugía hepática laparoscópica. Como ocurre con el disector armónico, existen dudas de su capacidad de sellado permanente para grandes conductos biliares.

9. *Transección hepática asistida con ablación por radiofrecuencia.* Éste es un nuevo sistema de transección que utiliza termocoagulación mediante radiofrecuencia del tejido. Para ello, se insertan uno o varios electrodos (Cool Tip RF®) a lo largo del plano de transección (*in line technique*). Aplicando radiofrecuencia durante 1-3 min, se crean cilindros solapados de tejido coagulado, que posteriormente se corta con bisturí o con tijera. Las experiencias iniciales con este sistema han sido satisfactorias, consiguiendo escasas pérdidas hemáticas⁸. Los inconvenientes potenciales son el hecho de sacrificar una mayor cantidad de tejido sano, aunque esto puede suponer una ventaja desde el punto de vista del margen oncológico, y la posible lesión térmica de estructuras pediculares importantes. La experiencia global es aún limitada.
10. *Transección mediante grapadoras mecánicas.* Las grapadoras vasculares se han empleado durante años para el control extrahepático de los pedículos portales y de las venas hepáticas, y han demostrado ser un sistema rápido y seguro de sutura vascular. Aunque también se han usado para la transección del parénquima, su papel está menos definido. Su uso consiste en la aplicación sucesiva de varias cargas de grapado (normalmente, endoGias® vasculares) a través del parénquima hepático previamente tunelizado. Esta técnica usualmente se realiza con pinzamiento (*clamping*) pedicular, y tiene que ser completada con coagulación (Tissuelink®, argón, etc.) o sutura de algunos puntos sangrantes o con fuga biliar. Experiencias recientes con un gran número de casos han demostrado que es un procedimiento rápido y eficaz, con una tasa de transfusión y de fugas biliares muy baja⁹. La principal desventaja de este procedimiento es que es más costoso, ya que pueden requerirse de ocho a diez cargas de suturas, o incluso más.

Estudios prospectivos comparativos

Existen pocos estudios de alto nivel de evidencia (prospectivos y aleatorizados) que comparen los distintos métodos de transección hepática, lo cual indica que probablemente no exista ningún método claramente superior. En casi todas las unidades de cirugía hepática se emplea un método de disección o corte del parénquima complementado con otro de coagulación.

Uno de los primeros estudios clínicos comparativos prospectivos fue el de Rau et al¹⁰, publicado en 2001, en el que se comparaba el hidrojet con el disector ultrasónico (CUSA). En este estudio, en todos los pacientes se asoció la maniobra de Pringle y el hidrojet demostró ser más rápido y hemostático que el CUSA. Otro estudio publicado el mismo año¹¹ comparaba en 132 pacientes (hígado sano, cirrótico y donantes vivos) el uso de la kellyclasia con el CUSA, concluyendo que la transección con pinzas era más barata, segura y rápida,

y por lo tanto era el método de elección para la transección hepática. En todos los pacientes se utilizó el pinzamiento pedicular intermitente. No obstante, como argumentan los propios autores, su experiencia con la transección con pinzas era mucho mayor que con el disector ultrasónico.

Otra técnica de disección hepática, no mencionada antes ya que no suele realizarse con frecuencia, es la transección cortante con bisturí frío (*scalpel technique*). Para efectuarla, es necesario hacer un control vascular extenso mediante exclusión hepática total, lo que supone tener que realizar un abordaje innecesario en muchos pacientes. En un estudio reciente¹² realizado en 82 pacientes se comparó esta técnica frente al uso de la kellyclasia. En la experiencia de los autores, la técnica de disección cortante es igual de segura que la sección con pinzas, y ofrece un mejor control del margen quirúrgico tumoral.

Otro estudio comparó la sección con pinzas frente al disector por radiofrecuencia (Tissuelink®) en 80 pacientes, 40 en cada grupo¹³. No existieron diferencias en cuanto a la hemorragia intraoperatoria (733 ml frente a 665 ml), el tiempo de transección (80 min frente a 79 min) ni en la morbilidad postoperatoria. La conclusión del estudio es que el uso de Tissuelink® es más caro y no ofrece ventajas respecto a la kellyclasia. Sin embargo, un estudio más reciente del mismo centro¹⁴, que comparó el uso de Ligasure® frente a la técnica convencional de la kellyclasia en 60 pacientes (30 en cada grupo), pudo demostrar que en el grupo de Ligasure® hubo menos sangrado, fue más rápido y la morbilidad fue similar a la del grupo convencional. Además, el número de fístulas biliares también fue menor (1 frente a 3). Los autores concluyeron que la transección con Ligasure® era un sistema seguro y eficaz en cirugía hepática, sellando de forma efectiva vasos de 3 mm sin mayor tasa de fugas biliares.

También recientemente se ha publicado un interesante estudio¹⁵ que compara en 100 pacientes cuatro técnicas de transección hepática: kellyclasia, CUSA, hidrojet y Tissuelink®. La técnica más eficiente en términos de tiempo de transección y pérdida hemática fue la kellyclasia, si bien esta técnica fue usada con maniobra de Pringle, a diferencia del resto de los grupos. Aunque, según los autores, esto era así por el propio diseño del estudio, los resultados están influidos de forma innegable por este hecho.

El estudio más reciente compara el uso de la transección asistida con radiofrecuencia con la sección con pinzas, en 50 pacientes¹⁶. En el grupo de radiofrecuencia asistida se utilizó un doble sistema de tres agujas (Radionics®) con el que se precoagulaba el plano de división parenquimatosa. En este grupo, la tasa de complicaciones postoperatorias (abscesos, fístulas y estenosis biliares en 10 pacientes) fue significativamente mayor que en el grupo de sección con pinzas (0 pacientes). Las conclusiones de los autores fueron que la técnica de sección hepática asistida con radiofrecuencia tiene más complicaciones y es más cara que la técnica convencional.

Elección de la técnica: conclusiones

Hasta que no exista una evidencia muy sólida sobre el mejor método, la elección de una técnica e instrumento para la

transección hepática depende fundamentalmente de la preferencia personal del cirujano. No obstante, algunos factores pueden influir en la selección de un método u otro, tales como la experiencia del cirujano, el manejo anestésico, el tipo de hepatectomía (central, periférica), el tipo de abordaje (abierto, laparoscópico), la calidad del hígado (normal, cirrótico, etc.) y la propia disponibilidad de los instrumentos. En cirugía abierta, las técnicas de transección con pinzas o con el disector ultrasónico (CUSA) son las más extendidas. La transección con pinzas es rápida y económica pero requiere una mayor destreza y experiencia, sobre todo en el cirrótico. El disector ultrasónico es la técnica de preferencia actual sobre todo cuando es necesario realizar grandes resecciones cerca de los troncos principales de las venas hepáticas. En cirugía laparoscópica, sin embargo, se están imponiendo como instrumentos más fiables los nuevos métodos de sección hepática como el disector armónico Ultracision®, el sellador bipolar Ligasure® y el coagulador por radiofrecuencia Tissue-link®. Cualquiera que sea la técnica empleada, los objetivos finales deben ser los mismos: minimizar la pérdida hemática durante la transección hepática, seguir los planos anatómicos correctos y asegurar los márgenes oncológicos de resección.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no existe conflicto de interés alguno en la elaboración y posterior publicación de la presente revisión.

BIBLIOGRAFÍA

- Imamura H, Seyama Y, Kokudo N, Maema A, Sugawara Y, Sano K, et al. One thousand fifty six hepatectomies without mortality in eight years. *Arch Surg.* 2003;138:1198-206.
- Kooby DA, Stockman J, Ben Porat L, Gonen M, Jarnagin W, Dematteo R, et al. Influence of transfusion on perioperative and long term outcome in patients followings hepatic resection for colorectal metastases. *Ann Surg.* 2003;237:860-9.
- Poon RT, Fan ST, Lo CM, Liu CL, Lam CM, Yuen WK, et al. Improving perioperative outcome expands the role of hepatectomy in management of benign and malignant hepatobiliary diseases: Analysis of 1,222 consecutive patients from a prospective database. *Ann Surg.* 2004;240:698-708.
- Koffron AJ, Auffenberg G, Kung R, Abecassis M. Evaluation of 300 minimally invasive liver resection at a single institution. *Ann Surg.* 2007;246:385-94.
- Poon RT. Current techniques of liver transection. *HPB (Oxford).* 2007;9:166-73.
- Lin TY. A simplified technique for liver resection: The crush method. *Ann Surg.* 1974;180:285-90.
- Aloia T, Zorzi D, Abdalla E, Vauthey JN. Two-surgeon technique for hepatic parenchymal transection of the noncirrhotic liver using saline-linked cautery and ultrasonic dissection. *Ann Surg.* 2005;242:172-7.
- Ayav A, Bachelier P, Habib N, Pellici R, Tierris J, Milicevic M, et al. Impact of radiofrequency assisted hepatectomy for reduction of transfusion requirements. *Am J Surg.* 2007;193:143-8.
- Balaa F, Gamblin T, Tsung A, Marsh W, Geller D. Right hepatic lobectomy using the staple technique in 101 patients. *J Gastrointest Surg.* 2008;12:338-43.
- Rau HG, Wichmann MW, Schinkel S, Butter E, Pickelmann S, Sauer R, et al. Surgical technique in hepatic transections: Ultrasonic aspirator vs jet cutter. A prospective randomized clinical trial. *Zentralbl Chir.* 2001;126:568-90.
- Takayama T, Makuuchi M, Kubota K, Harihara Y, Hui A, Sano K, et al. Randomized comparison of ultrasonic vs clamp transection of the liver. *Arch Surg.* 2001;136:922-8.
- Smyrniotis V, Arkadopoulos N, Kostopanagiotou G, Farantos C, Vassiliou J, Contis J, et al. Sharp liver transection versus clamp crushing technique in liver resections: a prospective study. *Surgery.* 2005;137:306-11.
- Arita J, Hasegawa K, Kokudo N, Sano K, Sugawara Y, Makuuchi M. Randomized clinical trial of the effect of a saline linked radiofrequency coagulator on blood loss during hepatic resection. *Br J Surg.* 2005;92:954-9.
- Saiura A, Yamamoto J, Koga R, Sakamoto Y, Kokudo N, Seki M, et al. Usefulness of ligasure for liver resection: Analysis by randomized clinical trial. *Am J Surg.* 2006;192:41-5.
- Lesurtel M, Selzner M, Petrowsky H, McCormack L, Clavien PA. How should transection of the liver be performed? A prospective randomized study in 100 consecutive patients: Comparing four different transection strategies. *Ann Surg.* 2005;242:814-23.
- Lupo L, Gallerani A, Panzera P, Tandoi F, Di Palma G, Memeo V. Randomized clinical trial of radiofrequency assisted vs clamp crushing liver resection. *Br J Surg.* 2007;94:287-91.